



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΙΔΙΩΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΓΙΑ ΣΕΝΑΡΙΟ ΧΡΗΣΗΣ ΕΞΥΠΝΩΝ ΠΟΛΕΩΝ

ΕΠΑΜΕΙΝΩΝΔΑΣ ΚΑΤΣΑΒΡΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ

ΔΡ. ΘΕΟΦΙΛΟΣ ΧΡΥΣΙΚΟΣ
ΔΙΔΑΣΚΩΝ – ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΣΥΝΕΡΓΑΤΗΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Λαμία 2023



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΙΔΙΩΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ
ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΓΙΑ ΣΕΝΑΡΙΟ ΧΡΗΣΗΣ ΕΞΥΠΝΩΝ
ΠΟΛΕΩΝ

ΕΠΑΜΕΙΝΩΝΔΑΣ ΚΑΤΣΑΒΡΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ

ΔΡ. ΘΕΟΦΙΛΟΣ ΧΡΥΣΙΚΟΣ
ΔΙΔΑΣΚΩΝ – ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΣΥΝΕΡΓΑΤΗΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Λαμία 2023



UNIVERSITY OF
THESSALY

SCHOOL OF SCIENCE

DEPARTMENT OF COMPUTER SCIENCE & TELECOMMUNICATIONS

PRIVACY AND SECURITY INVESTIGATION FOR SMART CITIES
SCENARIO

EPAMEINONDAS KATSAVRIAS

FINAL THESIS
ADVISOR

DR. THEOFILOS CHRYSIKOS

TUTOR – ASSOCIATE UNIVERSITY OF THESSALY

Lamia 2023

«Με ατομική μου ευθύνη και γνωρίζοντας τις κυρώσεις ⁽¹⁾, που προβλέπονται από της διατάξεις της παρ. 6 του άρθρου 22 του Ν. 1599/1986, δηλώνω ότι:

1. Δεν παραθέτω κομμάτια βιβλίων ή άρθρων ή εργασιών άλλων αυτολεξεί **χωρίς να τα περικλείω σε εισαγωγικά** και χωρίς να αναφέρω το συγγραφέα, τη χρονολογία, τη σελίδα. Η αυτολεξεί παράθεση χωρίς εισαγωγικά χωρίς αναφορά στην πηγή, είναι λογοκλοπή. Πέραν της αυτολεξεί παράθεσης, λογοκλοπή θεωρείται και η παράφραση εδαφίων από έργα άλλων, συμπεριλαμβανομένων και έργων συμφοιτητών μου, καθώς και η παράθεση στοιχείων που άλλοι συνέλεξαν ή επεξεργάστηκαν, χωρίς αναφορά στην πηγή. Αναφέρω πάντοτε με πληρότητα την πηγή κάτω από τον πίνακα ή σχέδιο, όπως στα παραθέματα.
2. Δέχομαι ότι η αυτολεξεί **παράθεση χωρίς εισαγωγικά**, ακόμα κι αν συνοδεύεται από αναφορά στην πηγή σε κάποιο άλλο σημείο του κειμένου ή στο τέλος του, είναι αντιγραφή. Η αναφορά στην πηγή στο τέλος π.χ. μιας παραγράφου ή μιας σελίδας, δεν δικαιολογεί συρραφή εδαφίων έργου άλλου συγγραφέα, έστω και παραφρασμένων, και παρουσίασή τους ως δική μου εργασία.
3. Δέχομαι ότι υπάρχει επίσης περιορισμός στο μέγεθος και στη συχνότητα των παραθεμάτων που μπορώ να εντάξω στην εργασία μου εντός εισαγωγικών. Κάθε μεγάλο παράθεμα (π.χ. σε πίνακα ή πλαίσιο, κλπ), προϋποθέτει ειδικές ρυθμίσεις, και όταν δημοσιεύεται προϋποθέτει την άδεια του συγγραφέα ή του εκδότη. Το ίδιο και οι πίνακες και τα σχέδια
4. Δέχομαι όλες τις συνέπειες σε περίπτωση λογοκλοπής ή αντιγραφής.

Ημερομηνία: ...7.../...7.../2023.....

Ο Δηλών

(1) «Όποιος εν γνώσει του δηλώνει ψευδή γεγονότα ή αρνείται ή αποκρύπτει τα αληθινά με έγγραφη υπεύθυνη δήλωση του άρθρου 8 παρ. 4 Ν. 1599/1986 τιμωρείται με φυλάκιση τουλάχιστον τριών μηνών. Εάν ο υπαίτιος αυτών των πράξεων σκόπευε να προσπορίσει στον εαυτόν του ή σε άλλον περιουσιακό όφελος βλάπτοντας τρίτον ή σκόπευε να βλάψει άλλον, τιμωρείται με κάθειρξη μέχρι 10 ετών.»

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ανάπτυξη εξελιγμένων τεχνολογιών στις πόλεις έχει φέρει ως αποτέλεσμα την καλύτερη απόδοση, την μειωμένη δαπάνη, καθώς και την γενικότερη διαμόρφωση μιας ποιοτικής ζωής κάνοντας πράξη τις έξυπνες πόλεις. Από την άλλη, όσο οι παραπάνω τεχνολογίες ενοποιούνται στα αστικά περιβάλλοντα δημιουργούνται προβληματισμοί αναφορικά με την ιδιωτικότητα και την ασφάλεια. Οι δυναμικές των έξυπνων πόλεων στηρίζονται σε ένα εκτεταμένο δίκτυο αισθητήρων και συσκευών που συγκεντρώνουν πληροφορίες για ένα ευρύ φάσμα δεδομένων. Τα δεδομένα αυτά εξετάζονται μελετώνται και αξιοποιούνται με σκοπό την εύρυθμη λειτουργία μιας πόλης. Ωστόσο, εγκυμονούν σοβαρούς κινδύνους σχετικά με την προστασία των προσωπικών δεδομένων και την ασφάλεια. Καταρχάς ο μεγάλος αριθμός των δεδομένων που συγκεντρώνονται συνεπάγεται ότι υπάρχει αυξημένος βαθμός δυσκολίας για την ασφαλή φύλαξη τους, με αποτέλεσμα να αναπύσσεται ένα κενό ασφάλειας που κακόβουλοι χρήστες και hackers πιθανώς να επωφεληθούν για να έχουν ένα μέσο πρόσβασης σε αυτά τα δεδομένα. Επιπλέον, το γεγονός ότι συγκεντρώνονται τόσα πολλά στοιχεία δημιουργεί επίσης σοβαρές ανησυχίες για την ασφάλεια της ιδιωτικής ζωής. Για την αντιμετώπιση τέτοιου είδους προβλημάτων οι πόλεις θα πρέπει να λάβουν μια προνοητική προσέγγιση για την προστασία των προσωπικών δεδομένων των πολιτών και την σωστή λειτουργία των τεχνολογιών της αντίστοιχης πόλης. Παρακάτω θα αναλύσουμε το πώς μια πόλη μπορεί να γίνει έξυπνη, τα χαρακτηριστικά μιας έξυπνης πόλης, διάφορα θέματα ασφάλειας, προκλήσεις και κινδύνους που μπορεί να προκύψουν σε μια έξυπνη πόλη καθώς και τρόπους αντιμετώπισης αυτών. Τέλος θα δούμε δύο σενάρια για την έξυπνη αντιμετώπιση καθημερινών προβλημάτων και την ασφάλεια των πολιτών μιας έξυπνης πόλης.

ABSTRACT

The emergence of sophisticated technologies in cities has resulted in better efficiency, reduced costs, and the overall shaping of a quality of life by making smart cities a reality. On the other hand, as the above technologies are integrated in urban environments concerns regarding privacy and security are raised. The powers of smart cities rely on an extensive network of sensors and devices that gather information about everything. This data is examined, studied and utilized in order to ensure the proper functioning of a city. However, they pose serious risks in terms of the amount of personal data and security. First of all, the large amount of data collected means that there is a high degree of difficulty in keeping it safe, thus creating a security gap that hackers are likely to exploit to have a means of accessing this data. In addition, the fact that so much data is being collected also raises serious privacy concerns. To address such problems, cities should take a proactive approach to protecting citizens' personal data and ensuring that their respective city's technologies are working properly. Below we will discuss how a city can become smart, the characteristics of a smart city, various security issues, issues and risks that may arise in a smart city and ways to address them. Finally, we will look at two scenarios for smartly addressing everyday problems and the safety of citizens in a smart city.

Table of Contents

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	I
ABSTRACT	II
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	2
(ΥΠΟΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.1) ΕΙΣΑΓΩΓΗ	2
(ΕΝΟΤΗΤΑ 1.1) Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΕΞΥΠΝΗΣ ΠΟΛΗΣ	2
(ΥΠΟΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.2) Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΕΞΥΠΝΩΝ ΠΟΛΕΩΝ	3
(ΕΝΟΤΗΤΑ 1.2.1) «ΕΞΥΠΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ» ΣΤΗΝ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΑ	3
(ΕΝΟΤΗΤΑ 1.2.2) Η ΕΞΥΠΝΗ ΠΟΛΗ ΣΑΝ ΙΔΕΑ ΤΟΝ 20 ^ο ΑΙΩΝΑ	4
(ΥΠΟΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.3) ΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ	6
(ΕΝΟΤΗΤΑ 1.3.1) Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΙΟΤ (INTERNET OF THINGS)	6
(ΕΝΟΤΗΤΑ 1.3.2) Η ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ ΙΟΤ (INTERNET OF THINGS)	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΕΞΥΠΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ: ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	10
(ΥΠΟΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.1) Η ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΩΝ ΕΞΥΠΝΩΝ ΠΟΛΕΩΝ	10
(ΕΝΟΤΗΤΑ 2.1.1) ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΙ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΩΝ ΕΞΥΠΝΩΝ ΠΟΛΕΩΝ	10
(ΕΝΟΤΗΤΑ 2.1.2) ΈΝΑΣ ΟΔΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΤΩΝ ΤΠΕ ΣΤΙΣ ΕΞΥΠΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ	13
(ΥΠΟΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.2) ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΕΞΥΠΝΩΝ ΠΟΛΕΩΝ	16
(ΕΝΟΤΗΤΑ 2.2.1) ΈΞΥΠΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ ΚΑΙ ΟΡΟΙ ISO	16
(ΕΝΟΤΗΤΑ 2.2.2) ΤΑ ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΝΟΣ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΕΞΥΠΝΗΣ ΠΟΛΗΣ	22
(ΕΝΟΤΗΤΑ 2.2.3) ΟΙ ΕΞΥΠΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ ΣΤΟ ΚΟΣΜΟ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	25
(ΕΝΟΤΗΤΑ 2.2.4) Ο ΜΕΤΑΣΧΙΜΑΤΙΣΜΟΣ ΜΙΑΣ ΠΟΛΗΣ ΣΕ ΕΞΥΠΝΗ ΠΟΛΗ	31
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΤΙΣ ΕΞΥΠΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ.....	34
(ΥΠΟΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.1) ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΣΤΙΣ ΕΞΥΠΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ	34
(ΥΠΟΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.2) ΕΠΙΘΕΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΣΤΟΧΙΕΣ ΣΤΙΣ ΕΞΥΠΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ	36
(ΥΠΟΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.3) ΠΩΣ ΝΑ ΜΕΙΩΘΟΥΝ ΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΤΩΝ ΕΞΥΠΝΩΝ ΠΟΛΕΩΝ	39
(ΥΠΟΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.4) Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΚΡΥΠΤΟΓΡΑΦΗΣΗΣ ΣΕ ΜΙΑ ΕΞΥΠΝΗ ΠΟΛΗ	42
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΣΕΝΑΡΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΕΞΥΠΝΩΝ ΠΟΛΕΩΝ	45
(ΥΠΟΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.1) ΈΞΥΠΝΟ ΠΑΡΚΙΝΓΚ (SMART PARKING)	45
(ΥΠΟΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.2) SMART PARKING MATLAB CODE	47
(ΥΠΟΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.3) SMART TRAFFIC SYSTEM	48
(ΥΠΟΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.4) SMART TRAFFIC SYSTEM MATLAB CODE	48
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	52
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	54

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 Εισαγωγή

(Υποκεφάλαιο 1.1) Εισαγωγή

(Ενότητα 1.1) Η έννοια της έξυπνης πόλης

Τις τελευταίες δύο δεκαετίες, η έννοια της «έξυπνης πόλης» γίνεται όλο και πιο δημοφιλής στην επιστημονική βιβλιογραφία και τις διεθνείς πολιτικές. Για να κατανοήσουμε αυτήν την έννοια, είναι σημαντικό να αναγνωρίσουμε γιατί οι πόλεις θεωρούνται βασικά στοιχεία για το μέλλον. Οι πόλεις διαδραματίζουν πρωταρχικό ρόλο στις κοινωνικές και οικονομικές πτυχές παγκοσμίως και έχουν τεράστιο αντίκτυπο στο περιβάλλον [1]. Η έννοια της έξυπνης πόλης απέχει από το να περιορίζεται στην εφαρμογή τεχνολογιών στις πόλεις. Στην πραγματικότητα, η χρήση αυτού του όρου έχει πολλές διαστάσεις, γεγονός που έχει οδηγήσει σε σύγχυση μεταξύ των φορέων χάραξης πολιτικής για τις αστικές περιοχές, ελπίζοντας να θεοπίσουν πολιτικές που θα κάνουν τις πόλεις τους «έξυπνες». Γενικά υπάρχουν πολλοί ορισμοί για τις έξυπνες πόλεις. Μια σειρά από εννοιολογικές παραλλαγές λαμβάνεται συχνά αντικαθιστώντας το «έξυπνο» με εναλλακτικά επίθετα όπως το «ψηφιακό».

Ο όρος της έξυπνης πόλης χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά τη δεκαετία του 1990, όπου εκείνη την εποχή βρισκόταν στο αποκορύφωμα η σημασία των νέων ΤΠΕ σε σχέση με τις σύγχρονες υποδομές εντός των πόλεων. Το Ινστιτούτο της Καλιφόρνια για τις έξυπνες κοινότητες ήταν από τα πρώτα που εστίασε στο πως οι κοινότητες θα μπορούσαν να γίνουν έξυπνες και πως μια πόλη θα μπορούσε να σχεδιαστεί για την εφαρμογή τεχνολογιών πληροφοριών. Η μετακίνηση ενός μεγάλου πληθυσμού στις αστικές κοινωνίες σε συνδυασμό με την ανάπτυξη της τεχνολογίας έχει οδηγήσει στην εκσυγχρόνιση των πόλεων, γι'αυτό τον λόγο οι περισσότερες πόλεις σε όλο τον κόσμο ψάχνουν να βρουν έξυπνους τρόπους για να διαχειριστούν «έξυπνα» τα θέματα της καθημερινότητας. Έτσι λοιπόν αυτές οι πόλεις περιγράφονται όλο και περισσότερο με τον όρο «έξυπνη πόλη».

Οι λύσεις των έξυπνων πόλεων, με τη βοήθεια των κινητών συσκευών, αισθητήρων και ενεργοποιητών, που θα επιτρέπουν την συλλογή και ανάλυση δεδομένων αστικών δεδομένων από τον πραγματικό κόσμο, θα βελτιώσουν την

ικανότητα προβολής και διαχείρισης των αστικών ροών και την ώθηση της συλλογικής νοημοσύνης των πόλεων προς τα εμπρός [2].

Με βάση αυτόν τον ορισμό, ως έξυπνη πόλη ορίζεται μια πόλη με καλές επιδόσεις σε έξι χαρακτηριστικά, 'Έξυπνη οικονομία, 'Έξυπνη κινητικότητα, 'Έξυπνο περιβάλλον, 'Έξυπνοι άνθρωποι, 'Έξυπνη διαβίωση και 'Έξυπνη διακυβέρνηση.

- Η "έξυπνη οικονομία" περιλαμβάνει παράγοντες όπως η καινοτομία, η επιχειρηματικότητα, τα brands, η αποδοτικότητα και η ευελιξία της αγοράς εργασίας, καθώς και η ενοποίηση των εθνικών αγορών.
- Με τον όρο "έξυπνοι άνθρωποι" δεν αναφερόμαστε στο επίπεδο των επαγγελματικών προσόντων ή της εκπαίδευσης των πολιτών, αλλά στο πλαίσιο της Έξυπνης Πόλης αναφερόμαστε στις δεξιότητες που διαθέτει ένα άτομο όσον αφορά τη διαχείριση του ανθρώπινου δυναμικού σε μια εταιρεία που προωθεί την εφευρετικότητα και την καινοτομία. Αυτά είναι μερικά από τα χαρακτηριστικά που καθιστούν ένα άτομο έξυπνο.
- Ο όρος "έξυπνη διακυβέρνηση" συμπεριλαμβάνει πτυχές της πολιτικής συμμετοχής, των υπηρεσιών προς τους πολίτες, καθώς και της λειτουργίας της διοίκησης.
- Το "έξυπνο περιβάλλον" χαρακτηρίζεται από ελκυστικές φυσικές συνθήκες, όπως το κλίμα, οι χώροι πρασίνου, τα φυσικά πάρκα. Περιλαμβάνει επίσης τις ενέργειες για την προστασία του περιβάλλοντος.
- Ο 'έξυπνος τρόπος ζωής' περιλαμβάνει διάφορες πτυχές της ποιότητας ζωής, όπως τον πολιτισμό, την υγεία, την ασφάλεια, τον τουρισμό, την στέγαση.
- Η έννοια της 'έξυπνης κινητικότητας' δίνει προτεραιότητα στις καθαρές και μη-μηχανοκίνητες επιλογές. Σε αυτές περιλαμβάνονται τράμ, λεωφορεία, μετρό, ποδήλατα, αυτοκίνητα και πεζοί [3].

(Υποκεφάλαιο 1.2) Η εξέλιξη των έξυπνων πόλεων

(Ενότητα 1.2.1) «Έξυπνες πόλεις» στην αρχαιότητα

Ο όρος "έξυπνη πόλη" είναι μια σχετικά πρόσφατη έννοια, όμως η ιδέα μιας αποδοτικής, πρωτοποριακής και βιώσιμης πόλης υπήρχε ανέκαθεν. Στην ουσία, υπάρχουν παραδείγματα πόλεων από αρχαίους πολιτισμούς που σχεδιάστηκαν με βάση τα χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τις σύγχρονες έξυπνες πόλεις. Πιο

συγκεκριμένα στην αρχαιότητα, πόλεις όπως το Mohenjo-Daro στην τοποθεσία που βρίσκεται το σημερινό Πακιστάν και η Αθήνα στην αρχαία Ελλάδα σχεδιάστηκαν με αποτελεσματικά και βιώσιμα χαρακτηριστικά. Ειδικότερα η Αθήνα είχε ένα πολύ καλά μελετημένο δίκτυο δρόμων και ένα σύστημα δημόσιων κτιρίων, συμπεριλαμβανομένης και της Αγοράς της Ακρόπολης. Στόχος του σχεδιασμού αυτών των πόλεων ήταν να προσφέρουν στους πολίτες τους υψηλή ποιότητα ζωής και επιθυμία τους ήταν η μεγιστοποίηση της αποτελεσματικότητας και της άνεσης. Οι ευρωπαϊκές πόλεις του Μεσαίωνα δεν έδιναν τόσο μεγάλη έμφαση στην επιθυμία των πολιτών τους όσον αφορά στην ποιότητα ζωής, αλλά στην άμυνα από τυχόν επιθέσεις από αντίπαλες χώρες. Ωστόσο, πολλές πόλεις είχαν επίσης βιώσιμα και αποτελεσματικά χαρακτηριστικά [4].

(Ενότητα 1.2.2) Η έξυπνη πόλη σαν ιδέα τον 20^ο αιώνα

Οι έξυπνες πόλεις έχουν διανύσει πολλά χρόνια από τη γέννησή τους. Αυτές οι αστικές περιοχές έχουν σχεδιαστεί για να χρησιμοποιούν την τεχνολογία με σκοπό την βελτίωση της ποιότητας ζωής των κατοίκων τους και την βελτίωση της βιωσιμότητας των λειτουργιών της έξυπνης πόλης. Με το πέρασμα του χρόνου, οι έξυπνες πόλεις έχουν εξελιχθεί από μεμονωμένες αρχές έργων σε ολοκληρωμένα συστήματα ικανά να ανταπεξέλθουν σε σύνθετες αστικές προκλήσεις. Αν και η έννοια των έξυπνων πόλεων δεν εμφανίστηκε μέχρι τα τέλη του 20^{ου} αιώνα, η ιδέα της χρήσης της τεχνολογίας για την βελτίωση της αστικής ζωής ήταν στο μυαλό πολλών ανθρώπων από τις αρχές του 20^{ου} αιώνα.

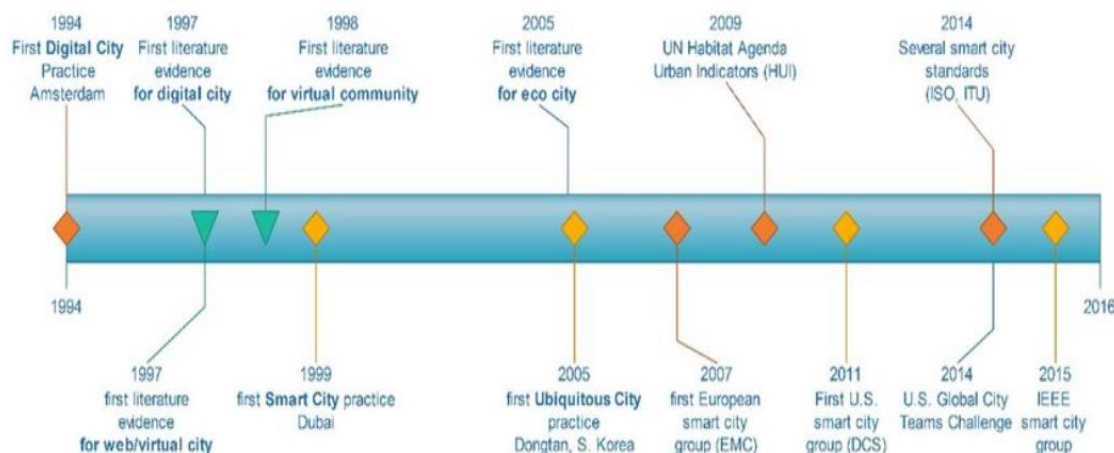
Ο ταχύτατος ρυθμός της εκβιομηχάνησης και της αστικοποίησης που χαρακτήρισε τον 20^ο αιώνα οδήγησε σε ευαισθητοποίηση σχετικά με τις προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι πόλεις, όπως η κυκλοφοριακή συμφόρηση, η ρύπανση και η εγκληματικότητα. Αποτέλεσμα αυτών ήταν πολλοί οραματιστές να αρχίσουν να δημιουργούν φαντασιώσεις με το πως η τεχνολογία θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την επίλυση αυτών των προβλημάτων και να καταστήσει τις πόλεις πιο βιώσιμες, αειφόρες και αποτελεσματικές. Ένα από τα πρώτα του παραδείγματα της έννοιας της έξυπνης πόλης χρονολογείται από το έργο του Ebenezer his Howard, ενός Βρετανού κοινωνικού μεταρρυθμιστή που πρωτοστάτησε στην ιδέα των κηπουπόλεων στα τέλη του 19ου αιώνα. Ο Χάουαρντ οραματίστηκε μια σειρά από αυτοτελείς σχεδιασμένες κοινότητες που θα ενσωμάτωναν την τελευταία λέξη της τεχνολογίας και των

υποδομών για να δημιουργήσουν ένα φιλικότερο και πιο άνετο περιβάλλον διαβίωσης για τους κατοίκους τους. Ένας από τους πρώτους υποστηρικτές της έννοιας της έξυπνης πόλης ήταν ο Αμερικανός εφευρέτης και πολεοδόμος Lewis Mumford. Στο βιβλίο του *The Culture of the City* (Ο πολιτισμός της πόλης) του 1938, ο Mumford υποστήριξε ότι οι πόλεις θα πρέπει να ανταποκρίνονται στις ανθρώπινες ανάγκες και όχι στη βιομηχανική παραγωγή. Φαντάστηκε ένα μέλλον στο οποίο οι πόλεις θα μπορούν να λειτουργούν με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, θα επικοινωνούν με συστήματα ταχείας μεταφοράς και θα είναι σχεδιασμένες για να διασφαλίζουν τη μεγιστοποίηση της δημόσιας υγείας και ευημερίας.

Στην δεκαετία του 1960, η ιαπωνική κυβέρνηση ξεκίνησε το έργο Tsukuba Research Academy Project, το οποίο στόχευε στη δημιουργία μιας νέας πόλης βασισμένης στην επιστημονική έρευνα και ανάπτυξη. Το έργο περιλαμβάνει τεχνολογίες αιχμής, όπως εξελιγμένα συστήματα μεταφορών και ενεργειακά αποδοτικά κτίρια, αποτελώντας πρότυπο για άλλες πρωτοβουλίες έξυπνων πόλεων σε όλο τον κόσμο. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, η πόλη του Πάλο Άλτο της Καλιφόρνια ξεκίνησε ένα πρότζεκτ έξυπνης πόλης με την ονομασία Stanford Industrial Park στη δεκαετία του 1970. Το έργο σχεδιάστηκε για τη δημιουργία μιας πιο αποτελεσματικότερης και βιώσιμης βιομηχανικής πανεπιστημιούπολης με την ένταξη προηγμένων τεχνολογιών και υποδομών, όπως αυτοματοποιημένα συστήματα μεταφορών και μονάδες ηλιακής ενέργειας.

Κατά τα τέλη του 20ού αιώνα, η άνοδος του Διαδικτύου και η εξάπλωση της ψηφιακής τεχνολογίας επιτάχυνε την ανάπτυξη των εννοιών των έξυπνων πόλεων. Η διαδεδομένη διαθεσιμότητα των τεχνολογιών δεδομένων και επικοινωνιών παρείχε νέες ευκαιρίες για τη συλλογή και ανάλυση πληροφοριών σχετικά με τα αστικά συστήματα, δημιουργώντας νέα μοντέλα και εργαλεία για τον αστικό σχεδιασμό και τη διαχείριση. Εν ολίγοις, ο όρος "έξυπνη πόλη" υπήρξε μόλις στο δεύτερο μισό του 20ού αιώνα, αλλά η ιδέα της χρήσης της τεχνολογίας για τη βελτίωση της αστικής ζωής ήταν ήδη στο μυαλό πολλών κατά τη διάρκεια του αιώνα. Ήταν Από το κίνημα της κηπούπολης μέχρι τα πειραματικά έργα έξυπνης πόλης, υπάρχουν πολλά παραδείγματα οραματιστών που αναγνώρισαν τις δυνατότητες της τεχνολογίας για τη δημιουργία πιο βιώσιμων, αειφόρων και αποδοτικών πόλεων. Σήμερα, η παρακαταθήκη αυτών των πρώτων πρωτοπόρων της έξυπνης πόλης είναι

εμφανής στη συνεχή ανάπτυξη νέων τεχνολογιών και προσεγγίσεων που θα συμβάλουν στη διαμόρφωση των πόλεων του αύριο [5].



Εικόνα 1: Η εξέλιξη του όρου «έξυπνη πόλη»[5]

(Υποκεφάλαιο 1.3) Το Διαδικτύου των πραγμάτων

(Ενότητα 1.3.1) Η εξέλιξη του IoT (Internet Of Things)

Μια έξυπνη πόλη χρησιμοποιεί αισθητήρες του IoT σε πόλεις για την συλλογή μεγάλου όγκου δεδομένων και την αυτοματοποίηση των συστημάτων όπως η κυκλοφορία, η διαχείριση της ενέργειας και άλλων πολλών συστημάτων. Με αυτό τον τρόπο, οι έξυπνες πόλεις ενισχύουν την αποδοτικότητα των αστικών υπηρεσιών, μειώνουν το κόστος και προσφέρουν υψηλότερο βιοτικό επίπεδο. Ομως τι είναι το IoT και γιατί είναι τόσο σημαντικό για τις έξυπνες πόλεις; Το IoT είναι ένα οικοσύστημα συνδεδεμένων συσκευών που ανταλλάσσουν δεδομένα μέσω ενσύρματου ή ασύρματου δικτύου. Οι συσκευές αυτές μπορεί να είναι έξυπνα κινητά τηλέφωνα, φορητοί υπολογιστές ή οποιαδήποτε έξυπνη συσκευή με αισθητήρες. Στη συνέχεια τα δεδομένα που δημιουργούνται από αυτές τις συσκευές κοινοποιούνται στη συνέχεια σε servers που βρίσκονται σε cloud, όπου επεξεργάζονται για την απόκτηση πληροφοριών που βοηθούν στην λήψη αποφάσεων. Το IoT οικοσύστημα μπορεί να εγκατασταθεί όχι μόνο σε σπίτια ή τα γραφεία μας αλλά και σε πιο ευρείες περιοχές όπως κλειστές κοινότητες, πανεπιστημιούπολεις και εννοείται σε πόλεις.

Η ιστορία του Διαδικτύου των Πραγμάτων ξεκινάει το 1982. Η ιδέα προήλθε μέσω του τμήματος πληροφορικής του πανεπιστημίου Carnegie Mellon, όπου ένας

μεταπτυχιακός φοιτητής ήθελε να μάθει αν ο αυτόματος πωλητής κοκα-κολας είχε κρύα μπουκάλια αναψυκτικών. Λόγω του ότι βρισκόταν μακριά από το μηχάνημα, ο νεαρός ήθελε να γνωρίζει για την θερμοκρασία των αναψυκτικών εκ των προτέρων. Έτσι τρεις φοιτητές και ένας μηχανικός του πανεπιστημίου αποφάσισαν να γράψουν έναν κώδικα που θα μπορούσε να ελέγξει αν υπάρχει διαθέσιμο αναψυκτικό κόκα κόλα, και αν ναι, αν θα ήταν κρύα ή όχι.

Οχτώ χρόνια αργότερα το 1990 ο John Romkey ανέπτυξε μια τοστιέρα που μπορούσε να ενεργοποιηθεί και να απενεργοποιηθεί μέσω του Διαδικτύου. Τότε το Wi-fi δεν υπήρχε, γι' αυτό τον λόγο η τοστιέρα ήταν συνδεδεμένη με τον υπολογιστή. Η τοστιέρα αυτή θεωρείται το πρώτο «πράγμα» που ξεκίνησε το Internet of Things. Το 2005 η Διεθνής ένωση Τηλεπικοινωνιών των Ηνωμένων Εθνών αναγνώρισε τον αντίκτυπο του IoT. Μάλιστα πρόβλεψε ότι το IoT θα συμβάλει στη δημιουργία ενός νέου δυναμικού δικτύου δικτύων [6].

(Ενότητα 1.3.2) Η αρχιτεκτονική του IoT (Internet Of Things)

Από τον ορισμό του IoT αναφέρει ότι κάθε σύστημα IoT αποτελείται από πράγματα ή συσκευές που παράγουν δεδομένα, ένα δίκτυο που μεταδίδει δεδομένα και υπηρεσία που αποθηκεύει και επεξεργάζεται αυτά τα δεδομένα.

Ένα σύστημα IoT μπορεί να διαθέτει τρία επίπεδα.

- **Φυσικό Επίπεδο**

Το φυσικό επίπεδο αποτελείται από συσκευές, αισθητήρες και ελεγκτές. Όλα τα παραπάνω είναι αυτά που αποτελούν το περιβάλλον του IoT. Αυτές οι συσκευές είναι smartphones, tablets, laptops κ.α.

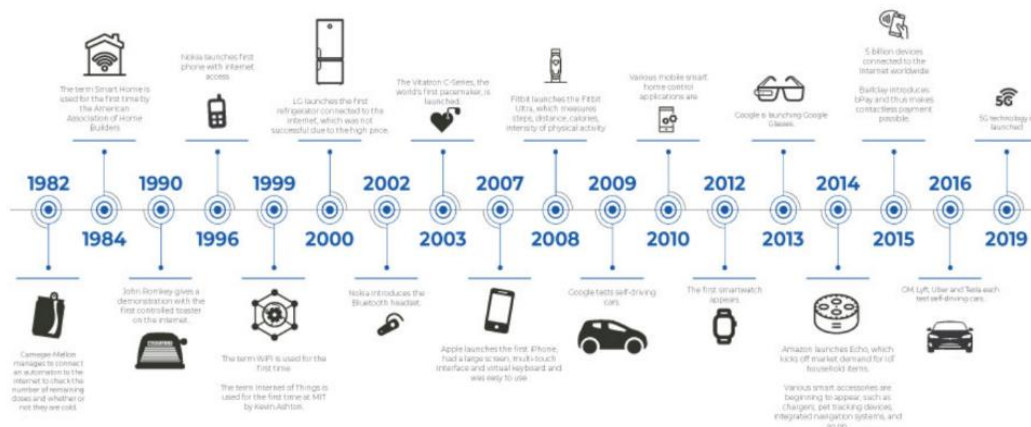
- **Επίπεδο υπολογισμού άκρων**

Η αποθήκευση και η διαχείριση των δεδομένων κοντά στις συσκευές όπου δημιουργούνται και όχι στους διακομιστές που βρίσκονται ονομάζονται υπολογιστική άκρη. Το επίπεδο υπολογισμού άκρων ορίζει τα πρότυπα δικτύων και τα πρωτοκόλλα επικοινωνίας που θα χρησιμοποιηθούν για την διασύνδεση καθώς και των υπολογισμι άκρων. Γενικά η επεξεργασία των δεδομένων του IoT ξεκινά από την άκρη του δικτύου.

- **Επίπεδο εφαρμογής**

Πέρα από το στρώμα υπολογισμού άκρων, η μεταφέρεται στο νέφος. Το επίπεδο εφαρμογής είναι ένα ολοκληρωμένο σύνολο εφαρμογών που προέρχονται από το νέφος IoT για την απόκτηση χρήσιμων πληροφοριών και μελλοντικών προοπτικών από τα δεδομένα που συγκεντρώνονται.

Τα δεδομένα που παράγονται από τις συσκευές IoT υποβάλλονται σε επεξεργασία και τα συναφή δεδομένα αποθηκεύονται σε δοκομιστές cloud για περαιτέρω επεξεργασία με σκοπό τη δημιουργία αναφορών και πληροφοριών. Όσον αφορά τις επιχειρήσεις, αυτές μπορούν να αναπτύξουν τις δικές τους παραμετροποιημένες εφαρμογές πάνω στα εργαλεία που προσφέρουν οι εκάστοτε πάροχοι υπηρεσιών νέφους. Πιο συγκεκριμένα, μόλις δημιουργηθεί ένα ολοκληρωμένο οικοσύστημα IoT, νέες συσκευές συνεχίζουν να εντάσσονται σε αυτό ανάλογα με τις απαιτήσεις. Το κάθε δίκτυο, θα πρέπει να είναι γρήγοτα επεκτάσιμο, ώστε να μπορεί να αντιμετωπίσει το απότομο κύμα των συνδεδεμένων συσκευών. Δεδομένου ότι διαφορετικοί τύποι συσκευών συνδέονται αντίστοιχα μέσω διαφορετικών τύπων δικτύων, έχουμε και διαφορετικά πρωτόκολλα από το διαδίκτυο. Ορισμένα από τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται είναι : Wi-Fi, Li-Fi, NFC, 5G, BLE κλπ.



Εικόνα 2: Η εξέλιξη του IoT [7]

Σύμφωνα με διάφορες έρευνες, μέχρι το 2025 ο αριθμός των συνολικά εγκατεστημένων συσκευών που βρίσκονται συνδεδεμένες με το διαδίκτυο θα βρίσκεται πάνω από τις 70 δισεκατομύρια συσκευές παγκοσμίως. Η ποσότητα αυτή πρόκειται για πενταπλάσια αύξηση από το 2015. Οι συγκεκριμένοι αριθμοί

υποδεικνύουν ότι το μέλλον του IoT προμηνεύεται πιο καινοτόμο και επαναστατικό σε σύγκριση με το παρόν. Το συμπέρασμα ότι ολο και περισσότεροι τομείς θα υιοθετήσουν το IoT είναι δεδομένο.

Μερικές από τις εξελίξεις που θα αλλάξουν το προφίλ του IoT αφορούν στην ενσωμάτωση των 5G και 6G. Το 2020 είδαμε δοκιμές του 5G από διάφορες εταιρίες. Αργότερα από τα τέλη του 2021 το 5G ήρθε στην Ελλάδα σε εταιρίες κινητής τηλεφωνίας και εννπείται σε πόλεις της χώρας μας. Το 5G ενισχύει κατά πολύ τις δυνατότητες των υπάρχοντων δικτύων και δεν υποκαθιστά το υπάρχον δίκτυο αλλά ενισχύει τις δυνατότητές του. Το 6G από την πλευρά του τεχνικά δεν υπάρχει ακόμα. Από πλευρά των ειδικών το 6G θα είναι η επόμενη φάση της ασύρματης τεχνολογίας, στη οποία θα υπάρχουν νέες προσεγγίσεις όπως υπολογιστικά συστήματα αιχμής και τεχνητή νοημοσύνη, με στόχο να υπα'ρξει ένα νέο Διαδίκτυο. Στις έρευνες έχει εξεταστεί η δυνατότητα των κυμάτων terahertz . Τα terahertz θα βοηθήσουν στην δραστική μείωση των καθυστερήσεων μετάδοσης δεδομένων και ταχύτητες μετάδοσης δεδομένων έως και 1 Tbps. Το 6G θα φέρει μεγάλη πρόοδο και στην ζωή των ανθρώπων καθώς και την αύξηση των έξυπνων πόλεων, διότι τα αυτόνομα αυτοκίνητα, τα drones, και άλλες χρήσεις της τεχνητής νοημοσύνης θα αποκτήσουν νέες εφαρμογές και υπηρεσίες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 Έξυπνες πόλεις: Αρχιτεκτονική και χαρακτηριστικά

(Υποκεφάλαιο 2.1) Η αρχιτεκτονική των έξυπνων πόλεων

(Ενότητα 2.1.1) Εφαρμογές και αρχιτεκτονική των έξυπνων πόλεων

Στη σημερινή εποχή λόγω της ραγδαίας αύξησης της τεχνολογίας, υπάρχουν περισσότερες διαθέσιμες πηγές καινοτομίας στο κόσμο από ποτέ. Με τη χρήση της συσσωρευμένης προόδου και τις βελτιώσεις στις ΤΠΕ κατά τις τελευταίες δεκαετίες, η έξυπνη πόλη θα παρέχει σχετικά σενάρια βιωσιμότητας για τους πολίτες με την απαραίτητη ποιότητα και απλότητα στις αστικές περιοχές. Όπως απεικονίζεται στον Πίνακα 1, η εφαρμογή της έξυπνης πόλης είναι υπηρεσίες που συνδέονται μεταξύ τους και όλες βοηθάνε στην επίλυση διάφορων προβλημάτων σε διαφορετικές τοποθεσίες και πολλούς τομείς με έξυπνους τρόπους, όπως η υγειονομική περίθαλψη, λογιστικά, εμπορικά, βιομηχανική δικτύωση, ασφάλεια και επιτήρηση, μεταφορά και κινητικότητα, εκπαίδευση.

Η δημιουργία μιας έξυπνης πόλης είναι κάτι περισσότερο από την απλή βελτίωση του παλιού συστήματος με την τεχνολογία απλά προσθέτοντας αισθητήρες, απομακρυσμένη επίβλεψη και έλεγχο σε βασικές υπηρεσίες της πόλης. Θα πρέπει να είναι μια πλήρης αλλαγή της καθημερινής ζωής εντάσσοντας την χρήση νέων τεχνολογιών, ιδιαίτερα νέων ΤΠΕ, οδηγώντας έτσι σε έξυπνα αποτελέσματα. Εάν συμβούν τα παραπάνω, θα πρέπει να τεθούν ορισμένα ερωτήματα σχετικά με την οποιαδήποτε στρατηγική μετασχηματισμού για την εκ των υστέρων προσαρμογή ιδεών έξυπνων πόλεων στην υπάρχουσα πόλη. Κάποια από αυτά μπορεί να είναι:

Τι ιδιαίτερες ευκαιρίες και απειλές μπορεί να προκύψουν με τις υπάρχουσες υποδομές και υπηρεσίες;

Με ποιόν τρόπο μπορούμε να επανασχεδιάσουμε και να ενσωματώσουμε ΤΠΕ με έξυπνο τρόπο;

Με ποιόν τρόπο μπορούμε να διαχειριστούμε τον κίνδυνο αύξησης του όγκου όλων των δεδομένων που συγκεντρώθηκαν;

Πίνακας 1. Κύριες εφαρμογές που σχετίζονται με υποδομές έξυπνων πόλεων [9]

Smart energy - Smart metering - Demand response and demand-side management - Distribution automation - Distributed generation - Integration of renewables and decentralised energy - Network monitoring and control	Smart buildings - Light control - Heating control - Energy efficiency - Local energy generation - Security, occupancy control - Synergies between energy efficiency, comfort and safety and security - Building as a network: Integration of multiple technologies (HVAC, lighting, plug loads, fire, safety, mobility, renewable, storage, materials, IAQ, etc.) - Software: Efficiency, automation and control, analytics and big data management	Smart transportation - Vehicle-to-everything (V2X) - Driver behaviour management - Mobile applications based on open data - Traffic and fleet monitoring and control - Services for drivers and passengers based on real- or near-real-time information - Integrated public transportation	Smart water - Pressure management - Remote control and predictive maintenance - Integrated platforms for water management - Smart metering - water conservation and efficiency
Smart waste - Waste Management - Wastewater treatment - City cleaning - Sorting of waste - Waste tracking	Smart physical Safety/security - Video surveillance and video analytics - Seamless communication during natural and man-made disasters	Smart health care - Adequate sanitation - Disease control and mitigation - Smart hospitals - Real-time health care including analytics - Home and remote health care including monitoring - Electronic records management	Smart education - Flexible learning in an interactive learning environment - Accessing world class digital content online using collaborative technologies - Massive open online course (MOOC)

Οι απαντήσεις θα είναι διαφορετικές σε κάθε περίπτωση, καθώς δεν υπάρχει μοναδική και γενική προσέγγιση για μια απλή διαδικασία βήμα προς βήμα για την οικοδόμηση έξυπνων πόλεων με χρήση ΤΠΕ. Ως αποτέλεσμα, η έναρξη μίας ερευνητικής διαδικασίας τυπικά αφορά στην μοντελοποίηση των έξυπνων πόλεων. Υπάρχουν 58 Τεχνολογίες Έξυπνων Πόλεων για τους βασικούς πυλώνες που χτίζουν την πόλη, μετά αυτό μπορεί να ελεγχθεί η εξυπνάδα σε κάθε πυλώνα της πόλης. Οι κύριοι και κοινοί τέσσερις πυλώνες που χτίζουν τη πόλη σύμφωνα με τη βιβλιογραφία είναι η οικονομία, η διακυβέρνηση, το περιβάλλον και η κοινωνία. Η ανάκαμψη των παραπάνω γίνεται μέσω τριών πρωταρχικών διαστάσεων μιας πόλης: το περιβάλλον και βιωσιμότητα, το επίπεδο υπηρεσιών μιας πόλης και η ποιότητα ζωής. Η βιωσιμότητα και το περιβάλλον είναι κρίσιμα για το αστικό τοπίο αφού οι πόλεις αντιπροσωπεύουν το 75% της κατανάλωσης ενέργειας και το 80% του οξυγόνου. Τα κύρια χαρακτηριστικά σε αυτή τη διάσταση περιλαμβάνουν την υποδομή, τη διακυβέρνηση, την ενέργεια και κλιματική αλλαγή, τη ρύπανση, τα απόβλητα, κοινωνικοοικονομικές και υγειονομικές πτυχές.

Όσο για το επίπεδο υπηρεσιών μιας πόλης, τα βασικά χαρακτηριστικά περιλαμβάνουν τεχνολογία και υποδομές, όπως μεταφορές, κτίριας, υγειονομική περίθαλψη, βιωσιμότητα, όπως είναι το νερό, ο αέρας, τα απόβλητα, διακυβέρνηση, για παράδειγμα η οργάνωση, η διοίκηση και η ηγεσία, και τέλος η οικονομία, η οποία έχει να κάνει με το χρηματοοικονομικό ανθρώπινο κεφάλαιο και την οικονομική δύναμη. Η τελική διάσταση είναι η ποιότητα ζωής των πολιτών. Αυτό αντικατροπτίζει πως οι κάτοικοι μιας πόλης αντιλαμβάνονται την δική τους αίσθηση ευημερίας και το γεγονός ότι συνεχής η προσπάθειά τους στο να βελτιώσουν τον εαυτό τους (για παράδειγμα, όσον αφορά στον πλούτο, στην υγεία και στην εκπαίδευση). Όλα τα παραπάνω πρέπει να εξισορροπηθούν για μια επιτυχημένη έξυπνη βιώσιμη πόλη.

Η υλοποίηση των έξυπνων πόλεων περιλαμβάνει διαφορετικά 'στοιχεία' και 'παίκτες', όπως είναι, προμηθευτές αισθητήρων, πωλητές εξοπλισμού, πάροχοι επικοινωνίας υπηρεσιών και επιχειρηματική καινοτομία. Οι χρήστες των έξυπνων πόλεων ανήκουν σε διαφορετικούς τομείς, όπως η βιομηχανία, επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας, μεταφορές/logistics, υγεία και φροντίδα. Αυτά τα διαφορετικά στοιχεία μπορούν να οργανωθούν σε μια πολυεπίπεδη αρχιτεκτονική όπως φαίνεται στον Πίνακα 2, ο οποίος δείχνει τη σημασία των ΤΠΕ στην οικοδόμηση έξυπνων πόλεων συνδέοντας τις εφαρμογές και τις υποδομές της πόλης, όπως ηλεκτρικό δίκτυο, δρόμοι, πάρκινγκ.

Το επίπεδο δεδομένων των έξυπνων πόλεων είναι από τα πιο σημαντικά έργα της έξυπνης πόλης που διερευνάται επι του παρόντος σε δοκιμές ώστε να επιλυθούν θέματα ασφάλειας δεδομένων, απορρήτου, εμπιστοσύνης, κοινής χρήσης, τυποποίησης, API και εμπορευματοποίησης. Εδώ υπάρχουν ευκαιρίες για πολλούς παίκτες για να βοηθήσουν τις έξυπνες πόλεις να κατανοήσουν ποια δεδομένα έχουν και πως μπορούν να ολοκληρώσουν τη συλλογή, τον εμπλουτισμό, την ανάλυση και τη χρήση των δεδομένων τους αποκλειστικά στην πράξη. Ωστόσο, ενώ η σημασία των δεδομένων είναι μεγάλη σε αυτό το κεφάλαιο θα εστιάσουμε στο επίπεδο των δικτύων επικοινωνίας.

Πιο συγκεκριμένα τα δίκτυα επικοινωνίας είναι οντότητες υλικού και λογισμικού που θα μπορούσαν να υποστηρίξουν και να διευκολύνουν την επικοινωνία οποιασδήποτε μορφής (βίντεο, κείμενο, δεδομένα ή οποιοδήποτε άλλο

ψηφιακό αντικείμενο) από ένα τοπικό δίκτυο (LAN) σε δίκτυο ευρείας περιοχής (WAN).

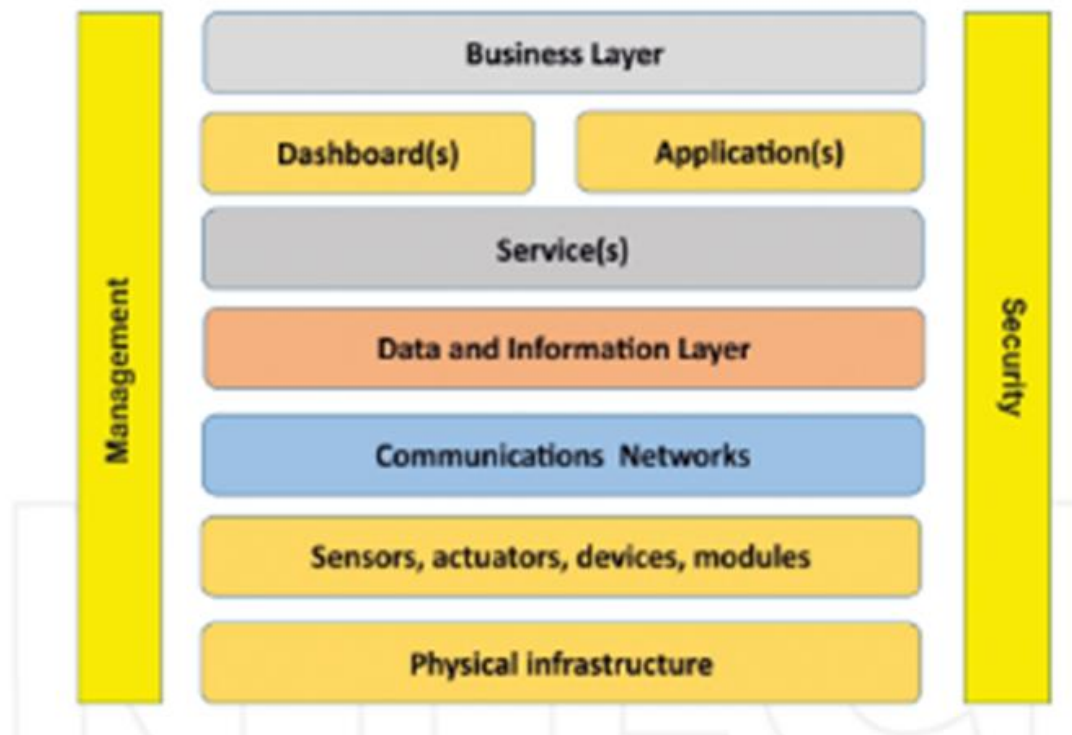
Επομένως, γιατί είναι τόσο σημαντική η εστίαση στα δίκτυα επικοινωνίας στην περίπτωση μιας έξυπνης πόλης; Τι ακριβώς πρέπει να κάνουν οι ΤΠΕ σε αυτή την περίπτωση; Στην πραγματικότητα, το επίπεδο των δικτύων επικοινωνίας είναι το μέσο, το κύριο όχημα πληροφοριών και το βασικό πλαίσιο για την μοντελοποίηση του τρόπου των τεχνολογιών έξυπνων πόλεων. Οι εφαρμογές και οι υπηρεσίες μπορούν να επικοινωνούν μέσω ενός ή πολλών δικτύων και να ορίζουν τον τρόπο με τον οποίο πρέπει να οραματοποιείται η μεταφορά δεδομένων κατά την χρήση εφαρμογών έξυπνης πόλης. Επίσης ορίζει και περιγράφει τον τρόπο με τον οποίο οι αλληλένδετες οντότητες επικοινωνούν πιο αποτελεσματικά μεταξύ τους άλλα συστήματα συνδεδεμένα, ώστε να παρέχουν υψηλότερη ποιότητα υπηρεσιών.

Με άλλα λόγια, η αποτελεσματική ανάπτυξη των ΤΠΕ, μπορεί να είναι ένας καλός παράγοντας καθιστώντας εύκολη την σωστή μηχανική στην κατασκευή έξυπνων πόλεων και την κατανόηση των σχέσεων των πληροφοριών που συγκεντρώνουμε. Ωστόσο, είναι σημαντικό να σημειώσουμε ότι δεν πρέπει να απορρίψουμε ευκαιρίες ΤΠΕ και περιπτώσεις πόλεων που βρίσκονται στα χέρια των διαχειριστών του δικτύου από τους οποίους περιμένουμε την ανάπτυξη ενός συστήματος που ικανοποιεί πραγματικά όλες τις ανάγκες και τις τεχνικές προδιαγραφές. Συνεπώς, πιθανότατα θα χρειαστεί να είμαστε πιο προσεκτικοί και σίγουροι σχετικά με το τι δίκτυα επικοινωνίας θέλουμε να κάνουμε. Φυσικά οι ΤΠΕ δεν ορίζουν από μόνες τους μια λύση, αλλά παρέχουν μια πρώτη οπτική σχετικά με το τι θα χρειαζόταν οποιαδήποτε βιώσιμη λύση για να επιτευχθεί μια μετάβαση σε μια έξυπνη εφαρμογή που χρησιμοποιεί τα πιο σύγχρονα εργαλεία και την πιο σύγχρονη τεχνολογία.

(Ενότητα 2.1.2) Ένας οδικός χάρτης των ΤΠΕ στις έξυπνες πόλεις

Όπως αναφέραμε παραπάνω, η υποδομή ΤΠΕ διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο ως το κεντρικό νεύρο της έξυπνης πόλης συνδέοντας και συντονίζοντας όλες τις διαφορετικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των πυλώνων και των στοιχείων υποδομής. Είναι απαραίτητο δομικό στοιχείο, αφού λειτουργεί συγκολλητικά συνενώνοντας 62 τεχνολογίες έξυπνων πόλεων με όλα τα άλλα στοιχεία της έξυπνης πόλης με την μορφή μιας πλατφόρμας που είναι παρούσα σε όλες τις αλληλεπιδράσεις των

στοιχείων της έξυπνης πόλης, είτε με την μορφή επικοινωνία human to human, είτε human to machine, είτε machine to machine.



Εικόνα 3. Λειτουργικά επίπεδα και έξυπνων πόλεων [9].

Επομένως, η πλατφόρμα ΤΠΕ πρέπει να σέβεται ένα σύνολο απαιτήσεων για την ολοκλήρωση των επιθυμητών εργασιών χωρίς να γίνει αιτία δυσλειτουργίας και περιορισμών των καθημερινών δραστηριοτήτων στην πόλη. Οι πιο σημαντικές απαιτήσεις είναι οι ακόλουθες:

- Η Αποτελεσματικότητα κόστους, ως προς τις τεχνολογίες που θα αναπτυχθούν σε μαζική κλίμακα πρέπει να σχεδιαστούν έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθεί το κόστος και να παρέχεται εξαιρετικό αποτέλεσμα. Τέτοιες τεχνολογίες μπορεί να είναι αισθητήρες ή σημεία μέτρησης, όπως έξυπνες επικοινωνίες μέτρησης. Η σχέση κόστους-αποτελεσματικότητας της επικοινωνιακής υποδομής θα πρέπει να καλύπτει και τις τρεις πτυχές: κεφαλαιουχικές δαπάνες (CAPEX) και λειτουργικές δαπάνες(OPEX) όπως χαμηλή κατανάλωση ενέργειας και μεγάλη διάρκεια ζωής αρτοποιίας, ελάχιστη υποδομή, χαμηλό κόστος εξοπλισμού HW/SW και χαμηλό κόστος εγκατάστασης.

- Υψηλή αξιοπιστία και διάρκεια ζωής, ο εξοπλισμός και οι μονάδες επικοινωνιών θα μπορούσαν να είναι τοποθετημένες σε διαφορετικό περιβάλλον ανάλογα με την εφαρμογή. Για παράδειγμα, σε ένα έξυπνο δίκτυο οι έξυπνοι μετρητές και οι τεχνολογίες επικοινωνιών που τους υποστηρίζουν είναι σε θέση να παραμείνουν στο διαδίκτυο για 10,15 ή 20 χρόνια χωρίς να απαιτείται η αντικατάσταση ή η συντήρηση των εξαρτημάτων άμεσα. Επομένως, οι τεχνολογίες επικοινωνιών μέτρησης πρέπει να είναι εξαιρετικά αξιόπιστα και σχεδιασμένα με προδιαγραφές βιομηχανικής ποιότητας για να ανταποκρίνεται στο ακραίο περιβάλλον. Αρνητικό παράδειγμα μιας χαμηλής αξιοπιστίας λύσης επικοινωνίας είναι οι επικοινωνίες γραμμών ισχύος (PLC), οι επιδόσεις των οποίων κυμαίνονται ανάλογα με τις δραστηριότητες και τις μηχανές που συνδέονται με την εκλογή εγκαταστάσεις tricity. Γενικά, οι επιχειρησιακές υποθέσεις για βοηθητικές λύσεις βασίζονται συχνά με 20 χρόνια διάρκεια ζωής για μέτρα, ενώ οι τηλεπικοινωνιακές λύσεις μετακινούνται κάθε 2 χρόνια. Έτσι Οι επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας έχουν μια πρόκληση να λειτουργήσουν, να συντηρήσουν και να διαχειριστούν την επικοινωνιακή υποδομή σε τόσο μεγάλο χρονικό διάστημα.
- Η Ασφάλεια δικτύου, Γενικά, ανάγκες ασφάλειας να είναι εγγυημένη: εμπιστευτικότητα των δεδομένων, η οποία επιτρέπει μόνο σε εξουσιοδοτημένες οντότητες να έχουν πρόσβαση στα δεδομένα που διασφαλίζει ότι τα δεδομένα δεν υποβάλλονται σε χειραγώγηση, η αυθεντικότητα των δεδομένων, που εγγυάται ότι τα δεδομένα αποστέλλονται από ειδική οντότητα και τη διαθεσιμότητα των δεδομένων, εγγυάται ότι τα δεδομένα είναι διαθέσιμα όταν χρειάζεται.
- Διαλειτουργικότητα και ανοιχτά πρότυπα/SW, τα συστήματα επικοινωνίας θα πρέπει να βασίζονται σε τυποποιημένα πρωτόκολλα μέτρησης για τη διασφάλιση της διαλειτουργικότητας με τον μεταβαλλόμενο προμηθευτή ενέργειας εξοπλισμό ή/και καταναλωτικό εξοπλισμό κατά τη διάρκεια ζωής της τελικής συσκευής ανίχνευσης.
- Ποιότητα υπηρεσίας (QoS), ο όρος QoS καλύπτει διάφορα κριτήρια που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση και την επιλογή των τεχνολογιών επικοινωνίας. Οι σημαντικότεροι από αυτούς είναι οι εξής: ο ρόλος των τεχνολογιών επικοινωνίας στην οικοδόμηση μελλοντικών έξυπνων πόλεων ή ρυθμός bit,

χωριτηκότητα δικτύου ως προς τον αριθμό των συνδεδεμένων συσκευών ταυτόχρονα [10].

(Υποκεφάλαιο 2.2) Χαρακτηριστικά των έξυπνων πόλεων

(Ενότητα 2.2.1) Έξυπνες πόλεις και όροι ISO

Ο ISO (Διεθνές Οργανισμός Ταυτοποίησης) είναι μια διεθνής ομοσπονδία εθνικών φορέων τυποποίησης. Ο ISO είναι ένας μη κυβερνητικός οργανισμός που περιλαμβάνει φορείς τυποποίησης από περισσότερες από 160 χώρες, με έναν οργανισμό τυποποίησης να εκπροσωπεί κάθε χώρα μέλος. Για παράδειγμα, το Αμερικάνικο Εθνικό Ινστιτούτο Πρότυπων εκπροσωπεί τις Ηνωμένες Πολιτείες. Τα μέλη του ISO είναι οργανισμοί προτύπων που συνεργάζονται για την ανάπτυξη και την προώθηση διεθνών προτύπων για την τεχνολογία, τις διαδικασίες επιστημονικών δοκιμών, τις συνθήκες εργασίας, τα κοινωνικά ζητήματα και άλλα. Στη συνέχεια, ο ISO και τα μέλη του πωλούν έγγραφα που περιγράφουν λεπτομερώς αυτά τα πρότυπα.

Το ISO έχει μια διαδικασία έξι σταδίων για την ανάπτυξη προτύπων. Τα έξι στάδια περιλαμβάνουν τα εξής:

1. Στάδιο Πρότασης. Το πρώτο βήμα για την ανάπτυξη ενός νέου προτύπου ξεκινά όταν οι ενώσεις του κλάδου ή οι ομάδες καταναλωτών υποβάλλουν ένα αίτημα. Η αρμόδια επιτροπή ISO καθορίζει εάν όντως απαιτεί ένα νέο πρότυπο.

2. Προπαρασκευαστικό στάδιο. Συγκροτείται ομάδα εργασίας για να προετοιμάσει ένα προσχέδιο εργασίας του νέου προτύπου. Η ομάδα εργασίας αποτελείται από εμπειρογνώμονες και ενδιαφερόμενους του κλάδου. Όταν το προσχέδιο κριθεί ικανοποιητικό, η γονική επιτροπή της ομάδας εργασίας αποφασίζει ποιο στάδιο θα ακολουθήσει.

3. Στάδιο επιτροπής. Αυτό είναι ένα προαιρετικό στάδιο κατά το οποίο τα μέλη της γονικής επιτροπής εξετάζουν και σχολιάζουν το προσχέδιο προτύπου. Όταν η επιτροπή καταλήξει σε συναίνεση σχετικά με το τεχνικό περιεχόμενο του σχεδίου, μπορεί να προχωρήσει στο επόμενο στάδιο

4. Στάδιο έρευνας. Το προσχέδιο προτύπου σε αυτό το στάδιο ονομάζεται Προσχέδιο Διεθνούς Προτύπου (DIS). Διανέμεται στα μέλη του ISO για σχόλια και,

τελικά, ψηφοφορία. Εάν το DIS εγκριθεί σε αυτό το στάδιο χωρίς τεχνικές αλλαγές, το ISO το δημοσιεύει ως πρότυπο. Εάν όχι, μεταβαίνει στο στάδιο έγκρισης.

5. Στάδιο έγκρισης. Το προσχέδιο προτύπου υποβάλλεται ως τελικό σχέδιο διεθνούς προτύπου (FDIS) στα μέλη του ISO. Ψηφίζουν υπέρ της έγκρισης του νέου προτύπου.

6. Στάδιο δημοσίευσης. Εάν τα μέλη του ISO εγκρίνουν το νέο πρότυπο, το FDIS δημοσιεύεται ως επίσημο διεθνές πρότυπο.

Τα πρότυπα ISO για βιώσιμες πόλεις αναπτύχθηκαν από την ομάδα εργασίας «Δείκτες πόλεων» της επιτροπής «Βιώσιμες πόλεις και κοινότητες». Η οικογένεια του αποτελείται από 4 βασικά πρότυπα: ISO 37101, , ISO 37120, ISO 37122 και ISO 37123.

- Η εφαρμογή του ISO 37101:2016 είναι χρήσιμη γιατί:

1. Βοηθάει στην επίτευξη συναίνεσης για βιώσιμη ανάπτυξη εντός των κοινοτήτων.

2. Βελτιώνει την βιωσιμότητα, την ευφυΐα και την ανθεκτικότητα των στρατηγικών και άλλων δραστηριοτήτων που εκτελούνται υπο άμεσες διαβουλεύσεις με τις κοινότητες.

3. Να εξελίξει και να αναπτύξει πολυεπιστημονικές προσεγγίσεις, συμπεριλαμβανομένων των αξιών του κύκλου ζωής και της συνολικής κοστολόγησης.

4. Υποστηρίζει συνεργιά μεταξύ πολλών φορέων μέσω μιας ολιστικής προσέγγισης.

5. Να αυξάνει την αποτελεσματικότητα και την ελκυστικότητα των κοινοτήτων.

- ISO 37120: Βιώσιμες πόλεις και κοινότητες – Δείκτες για τις υπηρεσίες της πόλης και την ποιότητα ζωής. Αποτελούν βασικές μετρήσεις για την αξιολόγηση της παροχής υπηρεσιών και της ποιότητας ζωής μιας πόλης.

- ISO 37122: Βιώσιμες πόλεις και κοινότητες – Οι δείκτες για έξυπνες πόλεις παρέχουν δείκτες για έξυπνες πόλεις.

- Το ISO 37122 συμπληρώνεται από το ISO 37123, Βιώσιμες πόλεις και κοινότητες – Δείκτες για ανθεκτικές πόλεις Αυτό το πρότυπο για τις ανθεκτικές πόλεις δημοσιεύτηκε το 2019.

Ωστόσο, τα πρότυπα ISO για θέματα ασφάλεια ανήκουν στην οικογένεια του 27000. Πιο συγκεκριμένα, για την ασφάλεια των έξυπνων πόλεων τις ανάγκες τις εξυπηρετεί το ISO 27570. Το cloud computing, το Διαδίκτυο των πραγμάτων, τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας και η τεχνητή νοημοσύνη είναι μερικά μόνο από τα εργαλεία που χρησιμοποιούν οι πόλεις για να αυξήσουν την αποτελεσματικότητα και να βελτιώσουν την ποιότητα ζωής των πολιτών τους, αλλά μας εκθέτουν επίσης σε κινδύνους και ευπάθειες που σχετίζονται με το προσωπικό απόρρητο και την ασφάλεια. Οι λύσεις και τα πρότυπα αφθονούν, αλλά δεν είναι πάντα εύκολη η πλοήγησή τους όταν τα συστήματα και οι διασυνδέσεις είναι τόσο περίπλοκα όσο είναι πολλοί οι ενδιαφερόμενοι.

Το ISO/IEC TS 27570, Προστασία απορρήτου – Οδηγίες απορρήτου για έξυπνες πόλεις, παρέχει συστάσεις και καθοδήγηση σχετικά με τη διαχείριση του απορρήτου και την χρήση υποστηρικτικών προτύπων. Αυτές οι συστάσεις ισχύουν για οργανισμούς και ενδιαφερόμενους φορείς που ενδιαφέρονται για την παράδοση, την χρήση ή την διαθεσιμότητα μιας υπηρεσίας σε ένα οικοσύστημα έξυπνης πόλης, όπου πολλές τεχνολογίες, συστήματα και ενδιαφερόμενοι φορείς αλληλεπιδρούν με πολλούς και πολύπλοκους τρόπους.

Όμως μια έξυπνη πόλη δεν αποτελείται μόνο από αυτές τις δυο οικογένειες προτύπων ISO, το ISO αναπτύσσεται σε συγκεκριμένα πρότυπα για συγκεκριμένες ανάγκες της πόλης, που καλύπτουν μια γκάμα θεμάτων που είναι σημαντικά για τις πόλεις.

Η κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της καλλιέργειας πληθυσμών με βιώσιμο τρόπο αποτελεί βασική πρόκληση για τις πόλεις. Τα διεθνές πρότυπα μπορούν να διαδραματίσουν ζωτικό ρόλο βοηθώντας να σχεδιαστεί και να εφαρμοστεί η ενεργειακή απόδοση.

Όσον αφορά στην κινητικότητα, τα πρότυπα ISO διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη νέων τεχνολογιών για καθαρές και αποτελεσματικές οδικές μεταφορές και να εξασφαλίσει την καλύτερη δυνατή χρήση του δικτύου που έχουμε. Για παράδειγμα, έχουμε πρότυπα που υποστηρίζουν έξυπνα συστήματα μεταφορών, υβριδικά και ηλεκτρικά οχήματα, η λειτουργική ασφάλεια των οχημάτων και σταθμούς οχημάτων υδρογόνου.

Με το 40% του παγκόσμιου πληθυσμού να ζει σε περιοχές με πρόβλημα ύδρευσης ή να εκτίθεται σε μολυσμένες πηγές νερού, η διαχείριση των τρεχουσών και μελλοντικών αναγκών των κοινοτήτων είναι άλλο ένα σημείο πόνου για τις πόλεις. Τα πρότυπα ISO καλύπτουν σχεδόν κάθε πτυχή που σχετίζεται με χρήση του νερού και αντιπροσωπεύουν τη διεθνή συναίνεση σχετικά με τις βέλτιστες πρακτικές για αποτελεσματική διαχείριση νερού.

Καθώς ο κόσμος μας συνδέεται ολοένα και περισσότερο, το ίδιο συμβαίνει και με τον κίνδυνο της ασφάλειας παραβιάσεις και τους συναφείς κινδύνους. Πρότυπα όπως το ISO/IEC 27001 και Το ISO/IEC 27002 για συστήματα διαχείρισης ασφάλειας πληροφοριών βοηθά οργανισμούς αντιμετωπίζει ζητήματα ασφάλειας και απορρήτου, ενώ το ISO/IEC 38500 για εταιρικά η διακυβέρνηση της τεχνολογίας των πληροφοριών παρέχει ένα πλαίσιο για την αποτελεσματική, αποτελεσματική και αποδεκτή χρήση της πληροφορικής στους οργανισμούς.

Αειφόρα, ασφαλή και ανθεκτικά κτίρια και τα έργα πολιτικού μηχανικού είναι απαραίτητα για να ευδοκιμήσουν οι πόλεις στο μέλλον. Τα πρότυπα ISO υποστηρίζουν την κατασκευή βιομηχανία μέσω διεθνώς συμφωνημένων οδηγιών και προδιαγραφές για κτίρια, που καλύπτουν τα πάντα από το τον τύπο και την κατάσταση του εδάφους που βρίσκονται στην οροφή.

Η διασφάλιση της ασφάλειας και ασφάλειας των πολιτών και διαχείρισης έκτακτης ανάγκης σε περίπτωση καταστροφής ή απροσδόκητων συμβάντων είναι μια άλλη βασική απαίτηση – και πρόκληση – για όλες τις πόλεις και τις κοινότητες. Το ISO έχει μια σειρά από πρότυπα έχει σχεδιαστεί για να βοηθά τις πόλεις να προετοιμάζονται για το χειρότερο σενάριο και να αξιοποιούν το πλήρες δυναμικό τους υπό δυσμενείς περιστάσεις.

Η διασφάλιση της πρόσβασης των πολιτών σε υγιεινοομική περίθαλψη καλής ποιότητας και το αξιοπρεπές βιοτικό επίπεδο αποτελούν αρμοδιότητα των ιθύνοντων της πόλης. Η ευεξία βρίσκεται ψηλά στην ατζέντα των Ηνωμένων Εθνών για τους Στόχους της Βιώσιμης Ανάπτυξης, που αποσκοπούν στην βελτίωση της ζωής των ανθρώπων τώρα και στο μέλλον [11],[12].

Πίνακας 2. Τομείς ενδιαφέροντος και πρότυπα ISO

Θέματα	Πρότυπο ISO
Ενέργεια	ISO 17742, Ενεργειακή απόδοση και εξοικονόμηση, υπολογισμός για χώρες, περιοχές και πόλεις.
Αστική κινητικότητα	• ISO 39001, Ασφάλεια οδικής κυκλοφορίας (RTS), συστήματα διαχείρισης • ISO 39002, Καλές πρακτικές για εφαρμογή της ασφάλειας στις μετακινήσεις
Νερό	ISO 24510, Δραστηριότητες που σχετίζονται με υπηρεσίες πόσιμου νερού και αποχέτευσης
Συνδεδεμένες πόλεις	• ISO/IEC 30182, Έξυπνο μοντέλο πόλης-Οδηγίες για τη δημιουργία μοντέλου για διαλειτουργικότητα δεδομένων. • ISO/IEC 21972, Τεχνολογία πληροφοριών – Μια οντολογία ανώτερου επιπέδου για δείκτες έξυπνη. • ISO/IEC 27550, Πληροφορική – Τεχνικές ασφάλειας – Μηχανική ιδιωτικότητας. • ISO/IEC 27551, Πληροφορική – Τεχνικές ασφάλειας – Απαιτήσεις για μη συνδεδεμένος έλεγχος ταυτότητας οντότητας βάσει χαρακτηριστικών.
Υποδομή	• ISO/TS 37151, Έξυπνη κοινότητα υποδομές – Αρχές και

	απαιτήσεις για μετρήσεις απόδοσης. • ISO/TR 37152, Έξυπνη κοινότητα υποδομές – Κοινό πλαίσιο για ανάπτυξη και λειτουργία.
Ασφάλεια και ανθεκτικότητα	• ISO 22313, Κοινωνική ασφάλεια – Συστήματα διαχείρισης επιχειρησιακής συνέχειας. • ISO 22327, Ασφάλεια και ανθεκτικότητα – Διαχείριση έκτακτης ανάγκης. • ISO 22395, Ασφάλεια και ανθεκτικότητα – Κοινοτική ανθεκτικότητα
Υγεία και ευεξία	ISO 45001, Συστήματα διαχείρισης υγείας και ασφάλειας στην εργασία.



Εικόνα 4. Οι 7 τομείς μιας έξυπνης πόλης [13]

(Ενότητα 2.2.2) Τα βασικά στοιχεία ενός οικοσυστήματος της έξυπνης πόλης

Το βασικό θέμα των έξυπνων πόλεων συνήθως είναι η τεχνολογία, αλλά αυτό που συχνά δεν λαμβάνει την απαραίτητη προσοχή είναι η σημασία που έχει ο τρόπος συνεργασίας των ανθρώπων για την υλοποίηση των ψηφιακών εφαρμογών. Σημαντικός πυλώνας στον οποίο θα στηρίζεται η δημιουργία μιας έξυπνης κοινότητας είναι η συμμετοχή ανθρώπων ενδιαφερομένων, δηλαδή μιας ομάδας που αποτελεί αντιπροσωπευτικό δείγμα της έξυπνης πόλης.

Λόγω της μοναδικότητας των πόλεων, το οικοσύστημα κάθε πόλης φαίνεται διαφορετικό. Πάνω απ' όλα είναι σημαντικό να καλύπτεται ένα ευρύ φάσμα προοπτικών. Το να ξεκινάει κάτι νέο από την αρχή είναι μεγάλη προσπάθεια. Η συνεργασία με άτομα που είναι σύμμαχοι βοηθά στον εξορθολογισμό της διαδικασίας. Αυτό που προβλέπεται όμως είναι μια εξαιρετική ευκαιρία για αληθινή συνεργασία με την κοινότητα.

Οι παρακάτω τομείς θα πρέπει να αποτελούν μέρος της οικοδόμησης της στρατηγικής μιας έξυπνης πόλης:

1. Κυβέρνηση

Οι περισσότερες πρωτοβουλίες για έξυπνες πόλεις είναι τοπικές και καθοδηγούνται από την πόλη. Ωστόσο, θα ήταν ιδανικό να υπάρχουν δωρεές από τοπικές, νομαρχικές και πολιτειακές κυβερνήσεις. Η συμμετοχή στα κρατικά όργανα ή σε ομοσπονδιακό επίπεδο μπορεί να βοηθήσει, ανάλογα με την περίπτωση. Οι κυβερνήσεις, ακόμη και σε δημοτικό επίπεδο, δεν είναι μονολιθικές. Υπάρχουν ανταγωνιστικές προτεραιότητες μεταξύ τμημάτων και ατόμων με διαφορετικά επίπεδα εμπειρίας στην τεχνολογία. Επιπλέον, πολλά εθνικά συστήματα και διαδικασίες είναι ξεπερασμένα. Ο εκσυγχρονισμός είναι ένα τεράστιο εγχείρημα στο σημερινό ψηφιακό τοπίο και πολλές εταιρείες κάνουν βήματα προόδου. Αλλά οι κυβερνήσεις δεν κινούνται με ταχύτητα της βιομηχανίας. Με τη σωστή ηγεσία, τις σωστές διαδικασίες και τη σωστή υποστήριξη, οι κυβερνήσεις χρειάζονται και μπορούν να φτάσουν εκεί. Πολλοί απέχουν πολύ από αυτό το πρότυπο. Η κατανόηση αυτού μπορεί να είναι μια πραγματική πρόκληση για άλλους τομείς. Η συμπόνια αντί για περιφρόνηση μπορεί να βοηθήσει πολύ στην οικοδόμηση μιας υποστηρικτικής συνεργασίας.

2. Βιομηχανία

Από παγκόσμιες εταιρείες έως τοπικές επιχειρήσεις, ο ιδιωτικός τομέας της έξυπνης πόλης έχει πολλά να προσφέρει: προηγμένη τεχνολογία, ταλέντο, πρόσβαση σε παγκόσμια δίκτυα και, φυσικά, κεφάλαιο. Η δέσμευση του κλάδου με βάση την ακεραιότητα είναι σημαντική και είναι δυνατή μόνο όταν υπάρχει ανοιχτός διάλογος για τον ρόλο της επιχείρησης. Με το σωστό πλαίσιο και σαφείς κανόνες δέσμευσης, υπάρχουν αυτόματα όρια στο πώς μπορεί και δεν μπορεί να λειτουργήσει μια εταιρεία. Ένα κοινό λάθος είναι ότι οι τοπικοί ηγέτες περιμένουν από τις παγκόσμιες εταιρείες να διαθέσουν πόρους από πόλη σε πόλη ανεξάρτητα από την ανάγκη τους να βγάλουν χρήματα. Φυσικά, υπάρχουν ευκαιρίες για τις εταιρείες να συμμετάσχουν στη φιλανθρωπία και την κοινοτική υποστήριξη, αλλά δεν είναι ρεαλιστικό να περιμένουμε από όλες τις εταιρείες να το κάνουν χωρίς να κατανοήσουν πλήρως τη μεγάλη εικόνα. Εναπόκειται στο οικοσύστημα να καθορίσει τις ανάγκες της πόλης και πού μπορούν να διαδραματίσουν ρόλο οι βιομηχανίες. Μόλις ο οδικός χάρτης είναι σαφής, ο κλάδος μπορεί να εμπλακεί ουσιαστικά.

3. Επιχειρηματίες

Οι επιχειρηματίες είναι ειδικοί στο να μετατρέπουν την απογοήτευση σε ευκαιρία. Είναι ικανοί να συγκεντρώνουν λιγοστούς πόρους και να δίνουν προτεραιότητα σε δραστηριότητες που αποφέρουν όσο δυνατόν καλύτερα αποτελέσματα. Οι επιχειρηματίες συχνά περιθωριοποιούνται στις προσπάθειές τους για έξυπνες πόλεις, υποβιβάζονται σε έναν αγώνα γηπέδου που προσφέρει ουσιαστικό αλλά μικρό κίνητρο σε σχέση με τον χρόνο που επενδύεται. Ένα αποτελεσματικό οικοσύστημα έξυπνης πόλης θα εμπλέκει τους ιδρυτές startup στη λήψη στρατηγικών αποφάσεων, επιτρέποντας την εφαρμογή και την εμφύσηση του επιχειρηματικού πνεύματος σε όλη τη διαδικασία. Κατά την ανάπτυξη μιας στρατηγικής έξυπνης πόλης, είναι δελεαστικό να φέρνεις κοντά ανθρώπους με ομοϊδεάτες, αλλά τα καλύτερα αποτελέσματα επιτυγχάνονται όταν αμφισβητείται το status quo και ζητείται από τους ανθρώπους να σκεφτούν διαφορετικά ή καλύτερα.

4. Ακαδημαϊκοί κοινότητα

Τα πανεπιστήμια συμβάλουν σε μεγάλο βαθμό στην ανάπτυξη της έξυπνης πόλης. Η ενασχόληση με πανεπιστήμια, κολέγια και άλλα παρόμοια παρέχει πρόσβαση σε ειδικούς του αντικειμένου μέσω της σχολής, για να μην αναφέρουμε των παρακινημένων φοιτητών να κάνουν πράξη τα ιδανικά τους. Τα πανεπιστήμια που προσανατολίζονται στην έρευνα προσφέρουν επίσης ευκαιρίες για χρήση κεφαλαίων για τη διεξαγωγή πιλοτικών έργων σε «ασφαλείς ζώνες».

5. Δημιουργοί και καλλιτέχνες

Οι δημιουργικές κοινότητες συχνά παραβλέπονται στις προσπάθειες για έξυπνες πόλεις, αλλά οι καλλιτέχνες πρέπει να συμμετέχουν στη διαμόρφωση νέων προσεγγίσεων ώστε οι πόλεις να είναι πραγματικά «ανθρωποκεντρικές». Το Μάντσεστερ του Ηνωμένου Βασιλείου ξεχωρίζει ως μια πόλη που αγκαλιάζει πραγματικά τον δημιουργικό τομέα της. Το Future Everything, που έχει υπογράψει την πρωτοβουλία, «εξερευνά τη διασταύρωση της τέχνης, της τεχνολογίας και της κοινωνίας μέσω τολμηρών νέων παραγγελιών τέχνης, ζωντανών εργαστηρίων, συμμετοχικού σχεδιασμού και δημόσιων εκδηλώσεων».

6. Συμβουλευτικός και Κοινωνικός Τομέας

Στη σημερινή εποχή οι πόλεις αντιμετωπίζουν μεγάλες προκλήσεις. Απο την υπερθέρμανση του πλανήτη σε μια παγκόσμια πανδημία, απο την αύξηση της φτώχειας έως την αύξηση των αστέγων και των ανέργων, απο την κατάρρευση των υποδομών έως την επέκταση της αλυσίδας εφοδιασμού του, τα προβλήματα είναι τρομερά. Οι μη κερδοσκοπικοί οργανισμοί βρίσκονται στην πρώτη γραμμή. Είτε βοηθούν τα πιο ευάλωτα άτομα που υποφέρουν από έλλειψη πρόσβασης σε καθαρό νερό, υγιεινή τροφή, εκπαίδευση, ασφάλεια εργασίας και πρόσβαση στο Διαδίκτυο είτε υποστηρίζουν πολιτικές που υπόσχονται μια δικαιότερη και πιο δίκαιη προσέγγιση, τα τμήματα της κοινωνίας βρίσκονται στην καρδιά κάθε κοινότητας. Εάν οι πρωταθλητές της κοινότητας δεν συμπεριληφθούν στη διαδικασία της έξυπνης πόλης, η εστίαση είναι πιθανό να γίνει υπερβολικά τεχνολογική και να χάσει την ευκαιρία να επιφέρει πραγματική συστημική αλλαγή. Οι μη κερδοσκοπικοί οργανισμοί κατανοούν την πολυπλοκότητα των

ουστημικών προκλήσεων. Δημιουργούν δίκτυα για να υποστηρίξουν τη φροντίδα των συχνά παρεξηγημένων, υποεκπροσωπούμενων και υποεξυπηρετούμενων πληθυσμών. καταλαβαίνεις. Αντί ένας άλλος τομέας να προτείνει λύσεις για να «διορθώσει» τα πράγματα, θα ήταν πολύ πιο λογικό να δημιουργηθεί ένα οικοσύστημα που εκτιμά και εμπλέκει τους κοινωνικούς τομείς.

7. Οι κάτοικοι

Τέλος, φτάνουμε στον κεντρικό 'τομέα' τους κατοίκους. Η αποστολή των έξυπνων πόλεων είναι να εξυπηρετούν τους κατοίκους. Οι άνθρωποι πρέπει να βρίσκονται σταθερά στο επίκεντρο της τεχνολογικής καινοτομίας. Η συμμετοχή μεμονωμένων μελών της κοινότητας στον έξυπνο σχεδιασμό πόλεων μπορεί να είναι πρόκληση από τη σκοπιά της διαδικασίας. Καθώς προχωράμε σε έναν όλο και πιο ψηφιακό κόσμο, είναι σημαντικό να εκπαιδεύσουμε τους ανθρώπους για το τι συνιστά μια έξυπνη πόλη, για ηθικούς λόγους και για τα οφέλη της ενσωμάτωσης συνδεδεμένης τεχνολογίας στις λειτουργίες της πόλης.

Το κλειδί για την επιτυχία της έξυπνης πόλης βρίσκεται στη συνεργασία και τη διασύνδεση. Η οικοδόμηση ενός πλαισίου επτά τομέων μπορεί να βοηθήσει στη διαμόρφωση αυτού του οικοσυστήματος. Αυτό παρέχει την ευκαιρία να χρησιμοποιήσετε διαφορετικές μοναδικές δυνάμεις και να αξιοποιήσετε πάνω τους για να ενισχύσετε το σύνολο. Κάθε τμήμα είναι ανεξάρτητο αλλά εξαρτάται το ένα από το άλλο[13].

(Ενότητα 2.2.3) Οι έξυπνες πόλεις στο κόσμο και στην Ελλάδα

Έξυπνες πόλεις διεθνώς

Σιγκαπούρη

Η Σιγκαπούρη συχνά βρίσκεται στην κορυφή των περισσότερων καταλόγων όσον αφορά τις έξυπνες πόλεις. Απο το 2014 όπου έγινε η έναρξη της πρωτοβουλίας smart nation , η Σιγκαπούρη έχει υιοθετήσει ένα ευρύ φάσμα έξυπνων τεχνολογιών τόσο στον δημόσιο όσο και στον ιδιωτικό τομέα. Η τεχνολογία ανέπαφων πληρωμών χρησιμοποιείται ευρέως για την αποτελεσματική διαχείριση των ταξιδιών και των πληρωμών των 7,5 εκατομμυρίων επιβατών της Σιγκαπούρης στα μέσα μαζικής μεταφοράς. Για να μετριαστεί η πίεση ενός γηράσκοντος πληθυσμού, έχουν εισαχθεί

ψηφιακά συστήματα υγειονομικής περίθαλψης, έχουν τυποποιηθεί οι συμβουλευτικές υπηρεσίες βίντεο και έχουν εισαχθεί φορητές συσκευές IoT για την παρακολούθηση των ασθενών. Επιπλέον, το 2021, η Σιγκαπούρη ανακοίνωσε σχέδια για μια νέα οικολογικά έξυπνη πόλη που θα είναι εντελώς χωρίς αυτοκίνητα. Η προτεινόμενη δασική πόλη Tengah στη δυτική Σιγκαπούρη θα περιλαμβάνει πέντε οικιστικές συνοικίες με 42.000 σπίτια και ασφαλείς ζώνες για πεζούς και ποδηλάτες.

Ελσίνκι

Το Ελσίνκι έχει θέσει ως στόχο να γίνει ουδέτερο ως προς τον άνθρακα έως το 2035 και βρίσκεται σε καλό δρόμο για την επίτευξη αυτού του στόχου. Το 2017, η πόλη κατάφερε να μειώσει τις εκπομπές της κατά 27% σε σύγκριση με το 1990. Ένας άλλος στόχος προς τον οποίο εργάζεται το Ελσίνκι είναι να μειώσει τις εκπομπές των μεταφορών κατά 69% εντός 30 ετών έως το 2035. Αυτό περιλαμβάνει μέτρα όπως η ηλεκτροδότηση ολόκληρου του στόλου αστικών λεωφορείων και την επέκταση των δικτύων φόρτισης μετρό και ηλεκτρικών οχημάτων. Με περισσότερες από τις μισές εκπομπές του Ελσίνκι να προέρχονται από θέρμανση, η πόλη έχει δεσμευτεί να εφαρμόσει μέτρα ενεργειακής απόδοσης στις μετασκευές που μπορούν να μειώσουν τις εκπομπές από τα κτίρια κατά 80% και να αυξήσουν τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε κτίρια σε όλη την πόλη.

Ζυρίχη

Για τη Ζυρίχη, όλα ξεκίνησαν με ένα έργο με φανάρια του δρόμου. Η πόλη έχει εισαγάγει μια σειρά από φώτα δρόμου που χρησιμοποιούν αισθητήρες για να προσαρμόζουν τη φωτεινότητα στην κυκλοφορία. Το έργο επέτρεψε την εξοικονόμηση ενέργειας έως και 70%. Έκτοτε, η Ζυρίχη έχει επεκτείνει τα έξυπνα φώτα στους δρόμους σε όλη την πόλη και καθιέρωσε μια σειρά τεχνολογιών αισθητήρων που μπορούν να συλλέγουν περιβαλλοντικά δεδομένα, να μετρούν τη ροή της κυκλοφορίας και να λειτουργούν ως δημόσιες κεραίες Wi-Fi. Τα ευφυή συστήματα διαχείρισης κτιρίων που συνδέουν τη θέρμανση, τον ηλεκτρισμό και την ψύξη στις πόλεις έχουν επίσης αποδειχθεί πολύ αποτελεσματικά.

Όσλο

Η νορβηγική πρωτεύουσα είναι μεγάλος λάτρης των ηλεκτρικών αυτοκινήτων και σχεδιάζει να κάνει κάθε όχημα στην πόλη ηλεκτρικό έως το 2025. Λαμβάνοντας υπόψη ότι ο πληθυσμός είναι περίπου 670.000, αυτό είναι εντυπωσιακό. Υπάρχουν ήδη κίνητρα για οχήματα με μηδενικές εκπομπές ρύπων, όπως δωρεάν στάθμευση, χρήση λωρίδων λεωφορείων και μειωμένοι φόροι και διόδια. Ως μέρος του στόχου της πόλης να γίνει ουδέτερος από τον άνθρακα έως το 2050, άλλα έξυπνα έργα στο Όσλο περιλαμβάνουν ένα εργοτάξιο μηδενικών εκπομπών και τη μετασκευή υφιστάμενων κτιρίων για την ανάπτυξη συστημάτων κυκλικής διαχείρισης απορριμμάτων και πράσινης ενέργειας.

Άμστερνταμ

Το έργο έξυπνης πόλης του Άμστερνταμ ξεκίνησε το 2009, στο οποίο συμμετείχαν περισσότερες από 170 εταιρείες στην πόλη. Το Άμστερνταμ ξεχωρίζει με τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για τα ηλεκτρικά απορριμματοφόρα του, την εγκατάσταση στέγασης λεωφορείων με ηλιακή ενέργεια, σήμανση και φωτισμό, την κατασκευή πλωτών οικισμών για την καταπολέμηση του συνωστισμού και τη μείωση των χρωματερών. Είναι η ικανότητα να συνεχίσεις να είσαι καινοτόμος, όπως να προσφέρεις εναλλακτικές λύσεις. Χιλιάδες επιχειρήσεις και σπίτια στην πόλη είναι ήδη εξοπλισμένα με ενεργειακά αποδοτική μόνωση ταράτσας, αυτόματους διακόπτες φωτισμού, έξυπνους μετρητές και φωτισμό LED εξαιρετικά χαμηλής ενέργειας.

Νέα Υόρκη

Στο πλαίσιο του πιλοτικού προγράμματος Smart City 2020, εκατοντάδες έξυπνοι αισθητήρες και τεχνολογίες δοκιμάζονται και αναπτύσσονται σε διάφορους δήμους της Νέας Υόρκης. Αυτό το πρόγραμμα συλλέγει δεδομένα για τη διαχείριση υπηρεσιών όπως η διαχείριση και η συλλογή απορριμμάτων πιο αποτελεσματικά. Η Νέα Υόρκη έχει επίσης αντικαταστήσει τους τηλεφωνικούς θαλάμους με έξυπνους κόμβους με ανέπαφη τεχνολογία, δυνατότητες WiFi και διαδικτυακούς σταθμούς φόρτισης. Οι υπηρεσίες κοινής χρήσης αυτοκινήτου είναι επίσης πολύ δημοφιλείς στο Big Apple και συμβάλλουν στη μείωση των συνολικών εκπομπών και της

κυκλοφοριακής συμφόρησης. Διεξάγουμε έναν διαγωνισμό με γενναιόδωρα βραβεία για τις εφαρμογές που αξιοποιούν στο έπακρο το σετ.

Σεούλ

Το Songdo της Σεούλ, γνωστό και ως η πρώτη έξυπνη πόλη στον κόσμο, έχει ξεκινήσει μια ολοένα πιο ισχυρή καμπάνια έξυπνης τεχνολογίας από τότε που ξεκίνησε η πρωτοβουλία το 2014. Τα δεδομένα βρίσκονται στο επίκεντρο του έργου έξυπνης πόλης της Σεούλ. Η συλλογή και ανάλυση αστικών προτύπων, όπως η ροή της κυκλοφορίας, η ταχύτητα και η ποιότητα του αέρα, που μετρώνται από αισθητήρες που τοποθετούνται σε όλη την πόλη και το CCTV του, θα προσφέρει μια ισχυρή βάση για έξυπνες υποδομές και υπηρεσίες. σχηματίστηκε. Για να προσαρμοστεί αυτή η τεχνολογία στον γηράσκοντα πληθυσμό της πόλης, ξεκίνησε η Πρωτοβουλία Ασφάλειας Ηλικιωμένων που ζουν μόνοι.

Εάν δεν ανιχνευτεί κίνηση για κάποιο χρονικό διάστημα ή εάν οι περιβαλλοντικοί αισθητήρες ανιχνεύσουν μη φυσιολογική θερμοκρασία, υγρασία ή φωτισμό, επικοινωνήστε αμέσως με τον αρμόδιο υπάλληλο περιπτώσεων και τις υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης. Ομοίως, η πόλη της Σεούλ εξετάζει το ενδεχόμενο να χρησιμοποιήσει την πλατφόρμα δεδομένων της για να δημιουργήσει ντετέκτιβ τεχνητής νοημοσύνης για να αποκαλύψει πιθανά εγκληματικά μοτίβα. Χάρη στο δίκτυο της 5G, η πρωτεύουσα της Νότιας Κορέας είναι πλέον επίσης μία από τις πρώτες πόλεις που χρησιμοποιεί την τεχνολογία 5G για κινητικότητα και μεταφορά[14].

Έξυπνες πόλεις στην Ελλάδα

Τρίκαλα

Οι υπηρεσίες που μπορεί να έχει ένας πολίτης των Τρικάλων είναι πολλές. Δεν είναι τυχαίο ότι τα Τρίκαλα έχουν διακριθεί διεθνώς για τις προηγμένες τεχνολογίες που προσφέρουν στους πολίτες. Ανάμεσα σε αυτές τις υπηρεσίες είναι η τηλεϊατρική, ο οπτικός δακτύλιος, οι ευφυείς μεταφορές, οι διαδικτυακές συνεδριάσεις αλλά και η αναζήτησης χαμένου κατοικίδιου μέσω εφαρμογής στο διαδίκτυο. Σε ανακοίνωση του Δήμου Τρικάλων πρόκειται να λειτουργήσουν συστήματα τηλεματικής για τον έλεγχο της κυκλοφορίας, των καυσίμων και των

οχημάτων, ενώ οι κάδοι απορριμμάτων θα αποκτήσουν σύστημα το οποίο θα υποδικνύει την τοποθεσία και το βάρος τους, με στόχο την άμεση συλλογή τους. Ακόμη, πρόκειται να τεθεί σε λειτουργία η εφαρμογή infotube, το οποίο θα παρέχει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για την περιοχή που βρίσκονται οι χρήστες μέσω Bluetooth, χωρίς την κατανάλωση δεδομένων.

Λάρισα

Η Λάρισα διαθέτει πρόσβαση μέσω διαδικτύου στην πολεοδομία της πόλης, ενώ διαθέτει υπηρεσίες τηλεϊατρικής και ένα σύστημα επικοινωνίας με όσους πάσχουν από κατάθλιψη ή από την νόσο Αλτσχάιμερ. Επίσης, πρόσφατα ο Δήμος Λαρισαίων ξεκίνησε να λειτουργεί το σύστημα διαχείρισης πεζοδρόμων το οποίο αποτελείται από σταθερά κολωνάκια και βυθιζόμενα κολωνάκια που θα πρέπει να ανοίγουν αυτόματα κατά τις ώρες τροφοδοσίας των καταστημάτων.

Ηράκλειο

Στο Ηράκλειο Κρήτης οι Δημότες έχουν διαδικτυακή πρόσβαση σε 163 υπηρεσίες παροχής πληροφοριών, σε 29 υπηρεσίες υποβολής ηλεκτρονικών αιτήσεων και σε ηλεκτρονικές πληρωμές, έτσι οι πολίτες κερδίζουν πολύ χρόνο στην καθημερινότητα τους, αφού γλυτώνουν τις συνηθισμένες ουρές στις διάφορες υπηρεσίες. Το Ηράκλειο διαθέτει επίσης πολύ γρήγορο free wifi, ενώ οι εφημερίδες από τον 19ο αιώνα είναι ψηφιοποιημένες.

Ανερχόμενες έξυπνες πόλεις [15]

Έκο Ατλάντικ Σίτι, Νιγηρία

Το Έκο Ατλάντικ Σίτι είναι μια προκατασκευασμένη περιοχή του Λάγος στη Νιγηρία, που σχεδιάστηκε σαν μια τριγωνική πόλη πάνω στον Ατλαντικό Ωκεανό και η ολοκλήρωση της οποίας είναι σε εξέλιξη. Η περιοχή αυτή θα μπορεί να φιλοξενήσει 400.000 κατοίκους και μια ροή από 250.000 οχήματα. Το νησί αυτό θα ικανοποιήσει οικονομικές οικιστικές και τουριστικές ανάγκες με υποδομές, η ασφάλεια και η αρχιτεκτονική των οποίων θα βασίζεται πάνω στη τεχνολογία [17].

Νεόμ, Σαουδική Αραβία

Το Νεόμ της Σαουδικής Αραβίας είναι το μεγαλύτερο και το πιο αμφιλεγόμενο αρχιτεκτονικό έργο του 21^{ου} αιώνα. Πρόκειται για μια πρωτοβουλία του διάδοχου του θρόνου της Σαουδικής Αραβίας, το Νεόμ είναι μια μεγάλη περιοχή στην οποία θα λάβει χώρα αυτό το τεράστιο έργο. Το Νεόμ λέγεται ότι θα είναι μια από τις πιο έξυπνες πόλεις, πιο συγκεκριμένα όμως περιγράφεται με μεγαλύτερη ακρίβεια ως μια περιοχή που θα περιλαμβάνει πολλές πόλεις, θέρετρα και άλλες εξελίξεις. Το συγκεκριμένο έργο χρηματοδοτείται σε μεγάλο βαθμό από το Ταμείο Δημοσίων Επενδύσεων. Η σαουδαραβική εταιρεία ανάπτυξης που ιδρύθηκε από τον διευθύνων σύμβουλο της ποδοσφαιρικής ομάδας Nadhmi Al-Nasr, ισχυρίζεται ότι το ταμείο συνεισφέρει 500 δις δολάρια στο πρόγραμμα.

Το Νεόμ περιλαμβάνει μια περιοχή περίπου 26.500 τετραγωνικών χιλιομέτρων (Όσο περίπου είναι το μέγεθος της Αλβανίας) στην βορειοδυτική Σαουδική Αραβία. Σύμφωνα με τον developer, το Νεόμ θα αποτελείται από 10 έργα που αναφέρονται ως περιοχές. Μέχρι σήμερα έχουν γίνει γνωστές οι τέσσερις περιοχές από τις 10. Αυτές είναι το The Line, που είναι το πιο ξεχωριστό και το πιο γνωστό, το Oxagon, το Trojena και το Sindalah. Η περιοχή The line, θα είναι μια γραμμή, όπως λέει το όνομα της, μήκους 170 χιλιομέτρων, θα μπορεί να φιλοξενεί έως και εννέα χιλιάδες εκατομμύρια ανθρώπους και θα πρόκειται για την πρώτη γραμμική πόλη στον κόσμο. Σύμφωνα με τον κατασκευαστή η πόλη θα αποτελείται από δύο παράλληλους, ύψους 500 μέτρων, γραμμικούς ουρανοξύστες σε απόσταση 200 μέτρων μεταξύ τους.

Το Oxagon από την άλλη σχεδιάζεται ως μια πόλη λιμάνι σε σχήμα οκταγώνου που θα χτιστεί στην Ερυθρά Θάλασσα. Το Trojena σχεδιάζεται ως θέρετρο σκι στη βόρεια περιοχή της Νεόμ. Ενώ το Sindalah ως νησιώτικο θέρετρο στην Ερυθρά Θάλασσα. Το χαρακτηριστικό της γραμμικής πόλης the line είναι ότι δεν θα υπάρχουν δρόμοι, αυτοκίνητα και γενικά εκπομπές είπων, αλλά ολόκληρη η πόλη θα λειτουργεί με 100% ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η υγεία και η ευημερία των ανθρώπων θα έχουν προτεραιότητα έναντι των μεταφορών και των υποδομών, σε αντίθεση με τις παραδοσιακές πόλεις [16].

(Ενότητα 2.2.4) Ο μετασχηματισμός μιας πόλης σε έξυπνη πόλη

Ο μετασχηματισμός μιας πόλης σε έξυπνη πόλη περιλαμβάνει την ένταξη προηγμένων τεχνολογιών και λύσεων με βάση τα δεδομένα για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των κατοίκων της, την ενίσχυση της βιωσιμότητας και τη βελτιστοποίηση των αστικών λειτουργιών.

Ακολουθούν μερικά βασικά βήματα που εμπλέκονται στη διαδικασία για να γίνει μια πόλη έξυπνη:

- **Ψηφιακή υποδομή:** Μια έξυπνη πόλη απαιτεί μια ισχυρή ψηφιακή υποδομή που περιλαμβάνει σύνδεση στο διαδίκτυο υψηλής ταχύτητας, διαδεδομένα δίκτυα αισθητήρων και ένα αξιόπιστο δίκτυο επικοινωνίας για τη διευκόλυνση της ανταλλαγής δεδομένων και πληροφοριών.
- **Συλλογή και ανάλυση δεδομένων:** Η ανάπτυξη των αισθητήρων και των συσκευών IoT σε ολόκληρη την πόλη επιτρέπει τη συλλογή τεράστιων ποσοτήτων δεδομένων. Τα δεδομένα αυτά μπορούν να αξιοποιηθούν για να αποκτηθούν γνώσεις σχετικά με διάφορες πτυχές της αστικής ζωής, όπως τα κυκλοφοριακά πρότυπα, η κατανάλωση ενέργειας, η διαχείριση των αποβλήτων και η δημόσια ασφάλεια. Σύνθετες τεχνικές ανάλυσης, συμπεριλαμβανομένης της τεχνητής νοημοσύνης και της μηχανικής μάθησης, μπορούν να εφαρμοστούν για να αντληθούν πολύτιμες πληροφορίες από τα δεδομένα που συλλέγονται.
- **Έξυπνη διαχείριση ενέργειας:** Η εφαρμογή τεχνολογιών ενεργειακής απόδοσης και η βελτιστοποίηση της διανομής ενέργειας συμβάλλει στη μείωση της κατανάλωσης και των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Τα έξυπνα δίκτυα, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και τα συστήματα παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο μπορούν να ενσωματωθούν για την αποτελεσματική διαχείριση της παραγωγής, της διανομής και της κατανάλωσης ενέργειας στην πόλη.
- **Ευφυείς μεταφορές:** Οι έξυπνες πόλεις εστιάζουν στη βελτίωση των συστημάτων μεταφορών με την ενσωμάτωση έξυπνης διαχείρισης της κυκλοφορίας, έξυπνων λύσεων στάθμευσης και βελτιστοποίησης των δημόσιων μεταφορών. Τα ευφυή συστήματα μεταφορών μπορούν να συμβάλουν στη μείωση της συμφόρησης, στην ενίσχυση της ασφάλειας και

στην παροχή πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο στους μετακινούμενους μέσω εφαρμογών για κινητά και ψηφιακής σήμανσης.

- **Δέσμευση των πολιτών:** Η ενίσχυση των πολιτών και η συμμετοχή τους στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων είναι καθοριστικής σημασίας για την επιτυχία μιας έξυπνης πόλης. Η δημιουργία ψηφιακών πλατφορμών, εφαρμογών για κινητά και διαδραστικών ιστότοπων μπορεί να διευκολύνει τη συμμετοχή των πολιτών, επιτρέποντας στους κατοίκους να παρέχουν ανατροφοδότηση, να έχουν πρόσβαση στις υπηρεσίες της πόλης, να αναφέρουν ζητήματα και να συνεργάζονται με τις τοπικές αρχές.
- **Δημόσια ασφάλεια και προστασία:** Οι έξυπνες πόλεις δίνουν έμφαση στη δημόσια ασφάλεια, αξιοποιώντας προηγμένες τεχνολογίες όπως η βιντεοεπιτήρηση, η αναγνώριση προσώπου και τα δίκτυα αισθητήρων για την παρακολούθηση των δημόσιων χώρων και την άμεση ανταπόκριση σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης. Τα ολοκληρωμένα συστήματα μπορούν να παρέχουν ειδοποιήσεις σε πραγματικό χρόνο στις υπηρεσίες επιβολής του νόμου και στους φορείς αντιμετώπισης εκτάκτων αναγκών, διασφαλίζοντας ταχεία και συντονισμένη ανταπόκριση.
- **Ανοιχτά δεδομένα και συνεργασία:** Η προώθηση πρωτοβουλιών ανοικτών δεδομένων επιτρέπει τη διαφάνεια και ενθαρρύνει την καινοτομία. Με τη διάθεση μη ευαίσθητων δεδομένων στο κοινό, οι επιχειρηματίες, οι ερευνητές και οι προγραμματιστές μπορούν να αξιοποιήσουν τα δεδομένα για να δημιουργήσουν καινοτόμες λύσεις που αντιμετωπίζουν τις αστικές προκλήσεις. Η συνεργασία με διάφορα ενδιαφερόμενα μέρη, συμπεριλαμβανομένων ιδιωτικών επιχειρήσεων, ακαδημαϊκών ιδρυμάτων και κοινοτικών οργανώσεων, μπορεί να προωθήσει ένα ζωντανό οικοσύστημα για την ανάπτυξη έξυπνων πόλεων.
- **Συνεχής αξιολόγηση και βελτίωση:** Μια έξυπνη πόλη είναι μια εξελισσόμενη έννοια και η τακτική αξιολόγηση και βελτίωση είναι ζωτικής σημασίας. Η παρακολούθηση των βασικών δεικτών απόδοσης, η συλλογή ανατροφοδότησης από τους κατοίκους και η διενέργεια αξιολογήσεων με βάση τα δεδομένα βοηθούν στον εντοπισμό των τομέων

που χρήζουν βελτίωσης και στη βελτιστοποίηση των έξυπνων πρωτοβουλιών της πόλης με την πάροδο του χρόνου.

Ακολουθώντας αυτά τα βήματα και ενσωματώνοντας καινοτόμες τεχνολογίες, μια πόλη μπορεί να υποστεί μετατροπή σε έξυπνη πόλη, παρέχοντας στους κατοίκους της βελτιωμένες υπηρεσίες, βελτιωμένη βιωσιμότητα και υψηλότερη ποιότητα ζωής[18],[19].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΤΙΣ ΕΞΥΠΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ

(Υποκεφάλαιο 3.1) Κίνδυνοι στις έξυπνες πόλεις

Στην σημερινή εποχή ο πληθυσμός των ανθρώπων στα αστικά κέντρα αυξάνεται διαρκώς, με αποτέλεσμα οι πόλεις να χρειάζονται νέα μέσα για την επεξεργασία και την γρήγορη εξυπηρέτηση των πολιτών. Για το λόγο αυτό οι περισσότερες πόλεις στο κόσμο, εδώ και χρόνια έχουν ξεκινήσει να χρησιμοποιούν την τεχνολογία για να ανταπεξέλθουν σε αυτό το πρόβλημα. Όπως αναφέραμε και στο Κεφάλαιο 1 οι πόλεις που χρησιμοποιούν στην καθημερινότητά τους την τεχνολογία ονομάζονται έξυπνες πόλεις. Οι έξυπνες πόλεις χρησιμοποιούν μεγάλο όγκο δεδομένων και το Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) για να πραγματοποιήσουν αυτοματοποίηση πολλών διαδικασιών εντός μιας πόλης και να τις μετατρέψουν σε πιο αποτελεσματικές.

Ωστόσο, οι τεράστιες ποσότητες δεδομένων που συλλέγουν και επεξεργάζονται αυτές οι πόλεις ενέχουν σοβαρούς κινδύνους για την προστασία της ιδιωτικής ζωής. Οι έξυπνες πόλεις παρέχουν σίγουρα πολλά πλεονεκτήματα, όσον αφορά τη μείωση της εγκληματικότητας, το περιβάλλον, την ευκολία και πολλούς άλλους παράγοντες. Ωστόσο, υπάρχουν κάποιοι κίνδυνοι για την ιδιωτικότητα που πρέπει να γνωρίζουμε. Εξάλλου, οι πόλεις αυτές στηρίζονται στα δεδομένα που συλλέγουν από τους πολίτες τους. Πολλοί ειδικοί έχουν εκφράσει μερικές ανησυχίες για την προστασία της ιδιωτικής ζωής, τις οποίες εξετάζουμε παρακάτω.

1. Κάμερες (Με αναγνώριση προσώπου)

Οι τεχνολογίες που στηρίζονται στην ανίχνευση προσώπου μπορούν να χρησιμεύσουν στην κοινωνία με πολλούς τρόπους. Εξάλλου, αν οι άνθρωποι γνωρίζουν ότι αυτές οι προηγμένες κάμερες τους παρακολουθούν και ότι πιθανότατα έχουν ήδη αποθηκεύσει το πρόσωπό τους σε κάποια βάση δεδομένων, η ιδέα της διάπραξης εγκλήματος γίνεται πολύ λιγότερο δελεαστική. Όμως είναι δικαιολογημένο ότι κάθε κίνηση των ανθρώπων αυτών, ανάλογα με τον αριθμό των καμερών είναι γνωστή στη κυβέρνηση και στον εκάστοτε υπεύθυνο φορέα των καμερών;

2. Έξυπνη ενέργεια

Ορισμένοι ειδικοί έχουν εκφράσει προβληματισμούς σχετικά με την ιδιωτικότητα όσον αφορά στους έξυπνους μετρητές. Ο λόγος είναι ότι οι μετρητές αυτοί αποθηκεύουν πολλά δεδομένα σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας ενός νοικοκυριού, τα οποία μοιράζονται όχι μόνο με τους προμηθευτές ενέργειας, αλλά και με τρίτους που εμπλέκονται στην προγενέστερη παροχή ενέργειας. Ένας διεθνής ερευνητικός οργανισμός που εστιάζει στην προστασία της ιδιωτικής ζωής και την ελευθερία, ο EPIC, έχει αναγνωρίσει 14 τρόπους με τους οποίους πιστεύει ότι η έξυπνη ενέργεια μπορεί να θέσει σε κίνδυνο την ιδιωτική μας ζωή. Μερικοί από τους πιο σοκαριστικούς κινδύνους για την ιδιωτικότητα περιλαμβάνουν την παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο και τον προσδιορισμό των προσωπικών προτύπων συμπεριφοράς, συμπεριλαμβανομένου ακόμη και του αριθμού των συσκευών που χρησιμοποιούνται.

3. Έξυπνες συσκευές

Σίγουρα, μια έξυπνη πόλη στηρίζεται στα έξυπνα σπίτια και ένα έξυπνο σπίτι στηρίζεται σε έξυπνους ψηφιακούς ή εικονικούς βοηθούς. Αυτοί είναι απαραίτητοι για τον χειρισμό των έξυπνων συσκευών μας, όπως οι διακόπτες φωτισμού, η κεντρική θέρμανση και άλλες. Σύμφωνα με την εταιρεία ερευνών Canalys, περίπου 300 εκατομμύρια smart speakers θα έχουν εγκατασταθεί παγκοσμίως μέχρι το τέλος του 2022. Τα έξυπνα ηχεία ενέχουν πολλούς κινδύνους για την προστασία της ιδιωτικής ζωής. Σε πολλά σπίτια και κτίρια, αυτά τα ηχεία είναι σχεδόν πάντα σε λειτουργία. Επιπλέον, είναι συνδεδεμένα με άλλες έξυπνες συσκευές μας και με το δίκτυο WiFi. Με άλλα λόγια, ανάλογα με το ηχείο που χρησιμοποιούμε, αν κάποιος ξένος αποκτά πρόσβαση στο δίκτυο WiFi μας, θα μπορεί επίσης να αποκτήσει πρόσβαση στο έξυπνο ηχείο μας και στις συνομιλίες που υπάρχουν μεταξύ των ατόμων που βρίσκονται κοντά στο συγκεκριμένο σημείο. Ευτυχώς, πολλές γνωστές εταιρείες έξυπνων ηχείων υποστηρίζουν σήμερα εξαιρετική κρυπτογράφηση δεδομένων. Επίσης, δεν είναι καθόλου δύσκολο να κρυπτογραφήσουμε την κυκλοφορία από το οικιακό μας δίκτυο, για παράδειγμα με ένα VPN. Παρόλα αυτά, όμως, τα προβλήματα απορρήτου, ακόμη και αυτά που αφορούν τα high-end και γνωστά έξυπνα ηχεία, δεν είναι ανήκουστο φαινόμενο.

4. Προηγμένες τεχνολογίες επικοινωνίας

Πολλές έξυπνες πόλεις και "έξυπνες χώρες" έχουν ήδη εγκαταστήσει ισχυρά δίκτυα 5G ή βρίσκονται σε διαδικασία εγκατάστασης. Χάρη στους ταχύτατους χρόνους εκπομπής και τη χαμηλή αναμονή, τα δίκτυα αυτά είναι ιδανικά για τη σύνδεση με συσκευές εν κινήσει και την παροχή ακριβέστερων πληροφοριών σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι επικοινωνούν μαζί τους. Τι σημαίνουν τα ανωτέρω για την ιδιωτική σας ζωή; Η κοινοποίηση της ακριβούς θέσης σας και των καθημερινών συνηθειών κινητικότητας με το IoT μπορεί να θέσει σε κίνδυνο την ιδιωτική σας ζωή. Θεωρούμε ότι οι υπεύθυνοι αυτών των συστημάτων θα υλοποιήσουν ισχυρά πρωτόκολλα κρυπτογράφησης για να διασφαλίσουν την ασφάλεια των δεδομένων όσο το δυνατόν καλύτερα. Ακόμα κι έτσι, θα είναι προφανώς μια πρόκληση να αποτρέψουμε όσους έχουν πρόσβαση στα δεδομένα μας από το να τα καταχραστούν.

5. Έξυπνες δημόσιες μεταφορές

Οι έξυπνες δημόσιες συγκοινωνίες είναι ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά των έξυπνων πόλεων. Οι χρήστες μπορούν απλώς να κατεβάσουν μια εφαρμογή για κινητά για να ανανεώσουν την πίστωση και να χρησιμοποιήσουν το τσιπ NFC από το τηλέφωνό τους για να ταξιδέψουν πιο άνετα. Οι έξυπνες δημόσιες συγκοινωνίες γενικά χρησιμοποιούνται για να εντοπίζουν τα μοτίβα κυκλοφορίας και να προσδιορίζουν αν η πόλη πρέπει να διαθέσει περισσότερους πόρους, όπως τρένα ή λεωφορεία, ή όχι. Αυτό όμως σημαίνει επίσης ότι παρακολουθούνται όλες οι κινήσεις σας, από το σημείο που ανεβαίνετε μέχρι το σημείο που κατεβαίνετε. Και αυτό δημιουργεί και πάλι τους ίδιους κινδύνους για την προστασία της ιδιωτικής ζωής με αυτούς που αναφέρθηκαν παραπάνω [20].

(Υποκεφάλαιο 3.2) Επιθέσεις και αστοχίες στις έξυπνες πόλεις

Ένα από τα σημαντικότερα ζητήματα κινδύνου στις έξυπνες πόλεις και τις έξυπνες συσκευές είναι η ασφάλεια, και πιο συγκεκριμένα οι αστοχίες που μπορεί να υπάρξουν στα συστήματα ύστερα από μια επίθεση ή από μια δυσλειτουργία, καθώς και οι παραβιάσεις των μεγάλου όγκου δεδομένων. Οι έξυπνες πόλεις

συνδυάζουν γενικά αρκετές παραμέτρους που τις καθιστούν ευάλωτες. Συνήθως έχουν να κάνουν με τη συγκέντρωση, την ενοποίηση των δεδομένων και την συνδεσιμότητα στο διαδίκτυο. Η πρόσβαση στο διαδίκτυο δίνει συχνά παράθυρα ευκαιρίας στους επιτιθέμενους, γεγονός που μπορεί να τους επιτρέψει να έχουν πρόσβαση σε αυτά τα ζωτικής σημασίας συστήματα. Η συγκέντρωση και η ολοκλήρωση τους ανοίγουν τη δυνατότητα να προκαλέσουν τεράστια ποσά ζημιών.

Σε προηγούμενες εποχές, όταν τα συστήματα ήταν κυρίως εκτός σύνδεσης και οι υποδομές, όπως τα δίκτυα ηλεκτροδότησης, ήταν περισσότερο τοπικά, ήταν στην ουσία αδύνατο να προκληθεί μαζική καταστροφή χωρίς εισβολή ή εκτεταμένη βία. Βέβαια, μπορεί να ήταν δυνατό για τους εχθρούς να εισχωρήσουν σε ένα εργοστάσιο παραγωγής ενέργειας και να το σαμποτάρουν, αλλά οι άνθρωποι έχουν την τάση να αντιλαμβάνονται όταν ύποπτα άτομα περιφέρονται έξω από υποδομές ζωτικής σημασίας, γεγονός που καθιστά τέτοιες τακτικές πιο δύσκολες. Ομοίως, η έλλειψη συγκέντρωσης καθιστούσε δυσκολότερο τον συντονισμό επιθέσεων που θα προκαλούσαν εκτεταμένο χάος.

Καθώς κινούμαστε προς την ενσωμάτωση της έξυπνης πόλης, όλο και περισσότερες από τις ζωτικής σημασίας υποδομές και υπηρεσίες μας είναι δυνητικά ανοιχτές σε επιθέσεις. Το πιο ανησυχητικό είναι ότι οι δράστες δεν χρειάζεται καν να βρίσκονται στο ίδιο ημισφαίριο. Ενώ οι επιθέσεις αυτές θα μπορούσαν να προέρχονται από εξελιγμένες εγκληματικές συμμορίες, η σημαντικότερη απειλή προέρχεται από ομάδες που χρηματοδοτούνται από έθνη-κράτη και θέλουν να σταματήσουν ζωτικές υπηρεσίες ή να προκαλέσουν οικονομικές διαταραχές. Οι επιθέσεις στα έξυπνα συστήματα έχουν επίσης δημιουργήσει καθυστερήσεις στα τρένα στη Σουηδία, θα μπορούσαν να έχουν μολύνει το πόσιμο νερό και έχουν τη δυνατότητα να κάνουν πολύ χειρότερα.

Η καταγραφή αυτών των επιθέσεων του παρελθόντος δεν αποτελεί προσπάθεια να αποθαρρύνουμε τον κόσμο από την υιοθέτηση της τεχνολογίας των έξυπνων πόλεων. Αντίθετα, είναι για να τονίσουμε πόσο σημαντική είναι η ασφάλεια στον κυβερνοχώρο σε κάθε ανάπτυξη έξυπνης πόλης. Εκ φύσεως, οι έξυπνες πόλεις απαιτούν την συλλογή, την ανάλυση και την αποθήκευση τεράστιου όγκου δεδομένων που μπορεί να αναφέρονται σε προσωπικά δεδομένα ατόμων. Τα προσωπικά δεδομένα ενός ατόμου, από την τοποθεσία που βρίσκεται καθόλη την

διάρκεια της ημέρας μέχρι και όλα του τα δεδομένα (λογαριασμοί των social media, τραπεζικοί κλπ.), είναι αποθηκευμένα σε μια κυβερνητική πλατφόρμα, γεγονός που καθιστά τα ζητήματα ασφαλείας πιο ευαίσθητα και πιο σοβαρά.

Τα πιο δυστοπικά σενάρια μιας έξυπνης πόλης θα μπορούσαν να καταλήξουν στην πλήρη παρακολούθηση σχεδόν κάθε επικοινωνίας, δημιουργώντας αναλυτικά προφίλ αυτών που βρίσκονται υπό παρακολούθηση. Εάν αυτά τα δεδομένα κλαπούν ή διαρρεύσουν λόγω ανεπαρκούς ασφάλειας, αποτελούν τεράστια απειλή για τους εμπλεκόμενους. Οι κλεφτές θα μπορούσαν να εκμεταλλευτούν τις πληροφορίες για να διαρρήξουν το σπίτι τους και οι κακοποιοί θα μπορούσαν να παρακολουθούν κάθε τους κίνηση, ώστε να δράσουν την ώρα που πρέπει. Τα δεδομένα που διέρρευσαν θα μπορούσαν επίσης να χρησιμοποιηθούν για κλοπή ταυτότητας ή για την εκκαθάριση του τραπεζικού λογαριασμού του θύματος. Δεδομένου του όγκου των δεδομένων που μπορεί να συλλέγονται σε μια έξυπνη πόλη, υπάρχουν αμέτρητοι τρόποι να τα εκμεταλλευτεί κανείς και να βλάψει τους επηρεαζόμενους. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο οι εκτιμήσεις για την ασφάλεια στον κυβερνοχώρο είναι τόσο σημαντικές κάθε φορά που σχεδιάζονται αυτά τα συστήματα.

Οι έξυπνες πόλεις έχουν τη δυνατότητα να συλλέγουν τεράστιους όγκους δεδομένων στα συστήματά τους, δεδομένα που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν με ύπουλους τρόπους. Πρώτον, είναι απαραίτητο να μιλήσουμε για το πού μπορεί να καταλήξουν αυτά τα δεδομένα. Θα μπορούσαν να βρίσκονται υπό τον έλεγχο της κυβέρνησης, ή θα μπορούσαν ακόμη και να βρίσκονται στα χέρια μιας ιδιωτικής εταιρείας. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι πολλές πρωτοβουλίες έξυπνων πόλεων πραγματοποιούνται συχνά ως συμπράξεις δημόσιου και ιδιωτικού τομέα ή δρομολογούνται από εξ ολοκλήρου ιδιωτικές εταιρείες.

Πολλές φορές δεν υπάρχουν ικανοποιητικά ρυθμιστικά πλαίσια που να δηλώνουν τον τύπο των δεδομένων και το πότε πρέπει να συλλέγονται, τις συνθήκες υπο τις οποίες μπορούν να συλλέγονται τα δεδομένα, για ποιο λόγο μπορούν να χρησιμοποιηθούν και άλλα πολλά ερωτήματα που είναι βασικά για την επεξεργασία των προσωπικών δεδομένων. Φυσικά, υπάρχουν τεράστιες παραλλαγές ανάλογα με τη χώρα και το ευρύτερο πλαίσιο, αλλά σε πολλές περιπτώσεις οδηγούμαστε σε καταστάσεις όπου είτε οι εταιρείες είτε η κυβέρνηση έχουν άσκοπες ποσότητες δεδομένων και πολύ μεγάλο περιθώριο να κάνουν ό,τι θέλουν με αυτά.

Αυτό θα μπορούσε να έχει τεράστιες συνέπειες για την ιδιωτική μας ζωή, καθώς και για τον τρόπο με τον οποίο ζούμε την καθημερινότητά μας σε μια έξυπνη πόλη. Η ιδιωτικότητα είναι ένα απαραίτητο μέρος της ζωής, επειδή οι στιγμές χωρίς εξωτερική επιρροή ή το φόβο ότι μας παρακολουθούν είναι κρίσιμες για την προσωπική μας ανάπτυξη. Σε αυτές τις ελεύθερες στιγμές συνειδητοποιούμε τους εαυτούς μας ως άτομα με την δυνατότητα να κάνουμε επιλογές, να έχουμε προτιμήσεις και να ζούμε τη ζωή μας σύμφωνα με τις δικές μας απόψεις. Δίνοντάς μας την ελευθερία να εξερευνήσουμε τη δική μας ταυτότητα, η ιδιωτικότητα μας παρέχει αυτονομία, ανεξαρτησία και ακεραιότητα [20].

(Υποκεφάλαιο 3.3) Πώς να μειωθούν οι κίνδυνοι ασφαλείας των έξυπνων πόλεων

Η ανάπτυξη των έξυπνων πόλεων είναι η ιδανική κίνηση για την σωστή διαχείριση των αυξημένων πληθυσμών των πόλεων. Γι'αυτό το λόγο θα πρέπει να υποστηριχτεί με προσεκτικότητα ο σχεδιασμός αυτών με όλες τις απαραίτητες δικλίδες ασφαλείας για την προστασία και την ασφάλεια των πολιτών. Αυτές οι δικλίδες μπορεί να περιέχουν:

1. Συζήτηση μεταξύ των πολιτών

Κάθε φορά προτείνονται νέες πρωτοβουλίες για έξυπνες πόλεις, ο σχεδιασμός θα πρέπει να γίνεται μαζί με εκείνους που ζουν στην περιοχή και να ενημερώνονται για τυχόν πιθανές συνέπειες που μπορεί να αντιμετωπίσουν. Αυτό θα μπορούσε να γίνει μέσω online διαδικασιών υποβολής προτάσεων, δημόσιων φόρουμ και με τον διορισμό αμερόληπτων οργάνων αξιολόγησης που θα εξετάζουν τις πτυχές της ιδιωτικής ζωής και της ασφάλειας των προτάσεων. Οι υπεύθυνοι σχεδιασμού πρέπει να λαμβάνουν και να υιοθετούν κάθε σχετική πληροφόρηση, κριτική ή βελτίωση και να είναι διατεθειμένοι να ανταποκριθούν σε αυτές ή να τις υλοποιήσουν, εφόσον περιλαμβάνουν εύλογα μέτρα. Είναι πολύ σημαντικό να μην ξεχνάμε ποτέ το γεγονός ότι οι έξυπνες πόλεις έχουν σχεδιαστεί για να συμβάλλουν στη βελτίωση της ζωής των ανθρώπων που ζουν σε αυτές. Εάν δεν ζητείται η γνώμη τους ή δεν συμμετέχουν στη διαδικασία, όχι μόνο θα αισθάνονται απογοητευμένοι, αλλά οι πρωτοβουλίες μπορεί να μην ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα στις πραγματικές τους ανάγκες.

2. Διαφάνεια

Οι έξυπνες πόλεις πρέπει επίσης να είναι ανοιχτές όσον αφορά τη συγκέντρωση και τη χρήση των δεδομένων τους. Ένα διαφανές σύστημα θα κάνει τους ανθρώπους πιο σίγουρους και άνετους με τη χρήση του, ενώ ένα αδιαφανές σύστημα μπορεί να δημιουργήσει φόβο, είτε είναι δικαιολογημένος είτε όχι. Οι πολίτες θα πρέπει να ενημερώνονται για την χρήση των δεδομένων τους, για το είδος αυτών, για την τυχόν επεξεργασία τους και για το πόσο καιρό θα κρατηθούν στη αντίστοιχη βάση δεδομένων.

3. Μέτρα ανωνυμίας και προστασίας της ιδιωτικής ζωής

Κάθε πρωτοβουλία έξυπνης πόλης θα πρέπει να εφαρμόζεται με στόχο τη διασφάλιση της ιδιωτικής ζωής των πολιτών, παρέχοντας παράλληλα μια αποτελεσματική λύση. Όπου είναι δυνατόν οι σχετικές πρωτοβουλίες θα πρέπει να συλλέγουν δεδομένα μόνο όταν είναι απαραίτητα, να αποφεύγεται η συλλογή πληροφοριών ταυτοποίησης, να χρησιμοποιούν τα δεδομένα μόνο για τον δηλωμένο σκοπό τους και τίποτε άλλο και κυρίως να αποφεύγετε η ανταλλαγή δεδομένων με άλλα μέρη εκτός κι αν είναι απολύτως απαραίτητο. Τα επεμβατικά δεδομένα που χρειαζόμαστε για τα οφέλη που πηγάζουν από τις έξυπνες πόλεις δεν είναι τόσα πολλά όσο νομίζουμε.

Για παράδειγμα στη περίπτωση όπου μία πόλη επιχειρεί τη βελτιστοποίηση του συστήματος μεταφορών της, οι χρήσιμες για την υλοποίηση του παραπάνω έργου πληροφορίες θα περιστρέφονταν γύρω από τον αριθμό των επιβατών, καθώς και του πότε και που επιβιβάζονται και αποβιβάζονται. Ωστόσο, η πόλη δεν είναι ανάγκη να γνωρίζει τα περαιτέρω προσωπικά δεδομένα όλων αυτών των ανθρώπων, όπως τις διευθύνσεις τους ή τα ονόματα των γονιών τους. Στις περισσότερες περιπτώσεις η απλή θεώρηση των επιβατών ως νούμερα θα αποτελεί το αποκλειστικό δεδομένο για τη βελτίωση του συστήματος. Εκεί που η κατάσταση γίνεται πιο περίπλοκη είναι όταν γίνεται λόγος για εφαρμογή της τεχνολογίας των έξυπνων πόλεων στην εφαρμογή της νομοθεσίας και επιβολής του νόμου.

Από την άλλη πλευρά αρκετά συχνά οι ατομικά αναγνωρίσιμες πληροφορίες θα φανούν χρήσιμες στην αποτροπή ενός εγκλήματος ή τη σύλληψη των δραστών. Κάθε περίπτωση χρειάζεται να εξετάζεται με απόλυτη προσοχή όπως επίσης και να

συνεκτιμώνται τα κέρδη για την δημόσια ασφάλεια αναλογικά με το τίμημα για την ιδιωτική ζωή ενός ατόμου. Ενδεχομένως υπάρχει λογική στην παρουσία κάμερας σε τοποθεσίες που παρουσιάζουν αυξημένο κίνδυνο, όπως οι στάσεις του μετρό. Το ερώτημα είναι, χρειαζόμαστε άραγε τεχνολογία αναγνώρισης προσώπου για να ανιχνεύει τις κινήσεις κάθε ατόμου όλη την ημέρα; Σχετικά με αυτά τα πιθανά σενάρια δεν υπάρχουν απλές απαντήσεις, για αυτό είναι απαραίτητο να λαμβάνεται υπόψη το ξεχωριστό πλαίσιο μιας συγκεκριμένης κατάστασης και να εισακούονται οι οπτικές τόσο των αρχών επιβολής του νόμου όσο και των υποστηρικτών της ιδιωτικής ζωής με σκοπό την σωστή ισορροπία.

4. Κυβερνοασφάλεια

Τα θέματα κυβερνοασφάλειας είναι ιδιαίτερα σημαντικά εξαιτίας των κεντρικών και ολοκληρωμένων συστημάτων που αφορούν τόσο τις έξυπνες πόλεις όσο και τις γιγαντιαίες ποσότητες δεδομένων που συγκεντρώνονται. Λόγω της μεγάλης συνθετότητας της διασφάλισης συστημάτων της δεδομένης κλίμακας οι αμυντικοί μηχανισμοί είναι απαραίτητο να μελετώνται από τα πρωταρχικά επίπεδα σχεδιασμού και όχι να προσαρτώνται εκ των υστέρων. Η εφαρμογή των ορθών πολιτικών κυβερνο-ασφάλειας και των απαιτούμενων τεχνικών μέτρων θα επιτευχθεί η λειτουργία των έξυπνων πόλεων με περιορισμένους κινδύνους.

5. Κανονισμός

Το καθένα από τα παραπάνω κριτήρια θα ήταν αναγκαίο να κατοχυρωθεί σε ρυθμιστικό πλαίσιο όπου αποβλέπει στη διάπλαση της ανάπτυξης των τεχνολογιών έξυπνων πόλεων χωρίς η ασφάλεια και η ιδιωτικότητα των κατοίκων να τίθενται σε κίνδυνο. Δεδομένων των ραγδαίων ρυθμών τεχνολογικής ανάπτυξης, αυτοί οι νόμοι είναι δυνατό να χρειαστεί να είναι αδιάφοροι τεχνολογικά όπως συμβαίνει με τους αμερικανικούς κανονισμούς HIPAA. Με την σωστή νοοτροπία και τη κατάλληλη μελέτη καθίσταται εφικτή η δημιουργία έξυπνων πόλεων που θα παρέχουν καινοτόμες και καλύτερες υπηρεσίες, αλλά και ποιότητα ζωής με ελάχιστες απειλές για την ασφάλεια και το ιδιωτικό απόρρητο.

(Υποκεφάλαιο 3.4) Η σημασία της κρυπτογράφησης σε μια έξυπνη πόλη

Σε ένα περιβάλλον έξυπνης πόλης και Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT), η κρυπτογράφηση είναι εξαιρετικά σημαντική για τη διατήρηση της ασφάλειας και την προστασία ευαίσθητων δεδομένων από μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση. Τα μοντέλα κρυπτογράφησης μπορούν να βοηθήσουν να εξασφαλιστεί ότι τα δεδομένα που διαβιβάζονται και αποθηκεύονται εντός της υποδομής της έξυπνης πόλης και του IoT προστατεύονται από υποκλοπές και παραποιήσεις. ‘

Αρκετά μοντέλα κρυπτογράφησης μπορούν να αξιοποιηθούν για την ενίσχυση της ασφάλειας σε ένα περιβάλλον έξυπνης πόλης και IoT, και ορισμένα από αυτά είναι [21]:

1. Προηγμένο πρότυπο κρυπτογράφησης (AES): Ο AES είναι ένας αλγόριθμος συμμετρικής κρυπτογράφησης που εφαρμόζεται ευρέως για την προστασία δεδομένων. Αποτελεί ένα από τα ισχυρότερα διαθέσιμα μοντέλα κρυπτογράφησης και χρησιμοποιείται συνήθως σε στρατιωτικές, κυβερνητικές και οικονομικές εφαρμογές [22].
2. Rivest-Shamir-Adleman (RSA): Ο RSA είναι ένα μοντέλο ασύμμετρης κρυπτογράφησης που εφαρμόζεται συνήθως για την ασφαλή διαβίβαση δεδομένων μέσω του διαδικτύου. Χρησιμοποιεί ένα σύστημα δημόσιου και ιδιωτικού κλειδιού για την κρυπτογράφηση και αποκρυπτογράφηση δεδομένων [23].
3. Κρυπτογραφία ελλειπτικής καμπύλης (ECC): Η ECC είναι ένα ασύμμετρο μοντέλο κρυπτογράφησης που στηρίζεται στα μαθηματικά των ελλειπτικών καμπυλών. Είναι γνωστό για την ικανότητά του να παρέχει ισχυρή ασφάλεια με σχετικά μικρά μεγέθη κλειδιών.
4. Ομομορφική κρυπτογράφηση (HE): Η HE είναι ένα μοντέλο κρυπτογράφησης που καθιστά δυνατή την περαιτέρω επεξεργασία των δεδομένων χωρίς να προηγηθεί η αποκρυπτογράφησή τους. Αυτό σημαίνει ότι οι υπολογισμοί μπορούν να εκτελούνται σε κρυπτογραφημένα δεδομένα, κρατώντας τα πάντα ασφαλή.
5. Διανομή κβαντικού κλειδιού (QKD): Το QKD είναι ένα μοντέλο κβαντικής κρυπτογράφησης που αξιοποιεί τις αρχές της κβαντικής

μηχανικής για την ασφάλεια της επικοινωνίας. Θεωρείται εξαιρετικά ασφαλές και είναι ισχυρό απέναντι σε όλες τις γνωστές επιθέσεις [26].

Σε ένα περιβάλλον έξυπνης πόλης και IoT, το μοντέλο κρυπτογράφησης που θα χρησιμοποιηθεί εξαρτάται από τη σχετική εφαρμογή και το επίπεδο ασφάλειας που απαιτείται. Τα μοντέλα κρυπτογράφησης AES και RSA χρησιμοποιούνται συνήθως για την ασφάλεια των δεδομένων που διαβιβάζονται μέσω του Διαδικτύου, ενώ τα HE και QKD είναι τεχνολογίες που βρίσκονται υπό έρευνα για την πιθανή χρήση τους στην ασφάλεια των συσκευών IoT.

Πρέπει να σημειωθεί ότι η κρυπτογράφηση από μόνη της δεν αρκεί για να διασφαλίσει την ασφάλεια σε ένα περιβάλλον έξυπνης πόλης και IoT. Για την παροχή ολοκληρωμένης προστασίας από τις απειλές στον κυβερνοχώρο πρέπει να εφαρμοστούν και άλλα μέτρα ασφαλείας, όπως ο έλεγχος πρόσβασης, ο έλεγχος ταυτότητας και τα συστήματα ανίχνευσης εισβολών. Δηλαδή, τα μοντέλα κρυπτογράφησης διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στην ασφάλεια των δεδομένων σε ένα περιβάλλον έξυπνης πόλης και IoT.

Τα μοντέλα κρυπτογράφησης AES, RSA, ECC, HE και QKD είναι όλα μοντέλα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την βελτίωση της ασφάλειας σε ποικίλες εφαρμογές. Ωστόσο, είναι σημαντικό να επιλέγεται το κατάλληλο μοντέλο κρυπτογράφησης με βάση τη συγκεκριμένη εφαρμογή και το απαιτούμενο επίπεδο ασφάλειας. Με την εφαρμογή κατάλληλων μοντέλων κρυπτογράφησης και πρόσθετων μέτρων ασφαλείας, οι έξυπνες πόλεις και οι συσκευές IoT δύνανται να προφυλαχθούν από απειλές στον κυβερνοχώρο και να διασφαλίσουν την ιδιωτικότητα και την ασφάλεια των δεδομένων των πολιτών.

Επίσης, κατά την επιλογή ενός μοντέλου κρυπτογράφησης για μια έξυπνη πόλη και ένα περιβάλλον IoT, είναι σημαντικό να λαμβάνονται υπόψη παράγοντες όπως η απόδοση, η επεκτασιμότητα και η διαλειτουργικότητα. Για παράδειγμα, ορισμένα μοντέλα κρυπτογράφησης μπορεί να είναι υπολογιστικά απαιτητικά, γεγονός που θα μπορούσε να επηρεάσει την απόδοση των συσκευών IoT με περιορισμένη επεξεργαστική ισχύ. Η διαλειτουργικότητα είναι επίσης σημαντική, καθώς διαφορετικές συσκευές και συστήματα σε ένα περιβάλλον έξυπνης πόλης ενδέχεται να χρησιμοποιούν διαφορετικά μοντέλα κρυπτογράφησης ή πρωτόκολλα.

Επομένως, είναι σημαντικό να επιλέγονται μοντέλα κρυπτογράφησης που είναι συμβατά με διαφορετικές συσκευές και συστήματα, ώστε να διασφαλίζεται η απρόσκοπτη ενσωμάτωση και επικοινωνία. Τα κλειδιά κρυπτογράφησης χρησιμοποιούνται για την κρυπτογράφηση και την αποκρυπτογράφηση δεδομένων και πρέπει να αποθηκεύονται με ασφάλεια για την αποφυγή μη εγκεκριμένης πρόσβασης. Ένα ασφαλές σύστημα διαχείρισης κλειδιών θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει χαρακτηριστικά όπως η παραγωγή, η αποθήκευση, η διανομή και η ανάκληση κλειδιών. Θα πρέπει επίσης να διαθέτει ρυθμίσεις για τη δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας και την ανάκτηση σε περίπτωση απώλειας ή καταστροφής του κλειδιού.

Τέλος, είναι απαραίτητοι οι τακτικοί έλεγχοι ασφαλείας και οι ενημερώσεις για να εξασφαλιστεί ότι τα μοντέλα κρυπτογράφησης και τα άλλα μέτρα ασφαλείας παραμένουν αποτελεσματικά έναντι των εξελισσόμενων απειλών στον κυβερνοχώρο. Αυτό περιλαμβάνει την παρακολούθηση για νέες αδυναμίες και την εφαρμογή επιδιορθώσεων ή ενημερώσεων ανάλογα με τις ανάγκες. Οι έλεγχοι ασφαλείας μπορούν επίσης να προσδιορίσουν τομείς προς βελτίωση και να βοηθήσουν στη διασφάλιση της συμμόρφωσης με τους σχετικούς κανονισμούς και πρότυπα. Εν κατακλείδι, η επιλογή των κατάλληλων μοντέλων κρυπτογράφησης και η εφαρμογή αποτελεσματικών μέτρων ασφαλείας είναι καθοριστικής σημασίας για τη διασφάλιση της ιδιωτικότητας και της ασφάλειας των δεδομένων σε ένα περιβάλλον έξυπνης πόλης και IoT.

Σύμφωνα με τα παραπάνω καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι τα μοντέλα κρυπτογράφησης AES, RSA, ECC, HE και QKD είναι όλα μοντέλα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ενίσχυση της ασφάλειας σε διάφορες εφαρμογές, αλλά είναι σημαντικό να επιλεγεί το κατάλληλο μοντέλο με βάση τη συγκεκριμένη εφαρμογή και το απαιτούμενο επίπεδο ασφάλειας [27].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΣΕΝΑΡΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΕΞΥΠΝΩΝ ΠΟΛΕΩΝ

(Υποκεφάλαιο 4.1) Έξυπνο πάρκινγκ (Smart Parking)

Ένα ευφυές σύστημα στάθμευσης αξιοποιεί μια σειρά τεχνολογιών για τη βελτιστοποίηση της λειτουργίας των χώρων στάθμευσης και τη βελτίωση της συνολικής αποτελεσματικότητας της λειτουργίας των χώρων στάθμευσης.

Ακολουθούν ορισμένα βασικά χαρακτηριστικά και οφέλη ενός έξυπνου συστήματος στάθμευσης:

- Διαθεσιμότητα χώρων στάθμευσης σε πραγματικό χρόνο: Με τη χρήση αισθητήρων ή καμερών που είναι τοποθετημένες σε χώρους στάθμευσης ή δρόμους, το σύστημα ελέγχει συνεχώς την κατάσταση πληρότητας των μεμονωμένων θέσεων στάθμευσης σε πραγματικό χρόνο. Αυτές οι πληροφορίες στη συνέχεια διαβιβάζονται στους χρήστες μέσω εφαρμογών για κινητά, ιστότοπων ή ψηφιακής σήμανσης, επιτρέποντάς τους να εντοπίζουν γρήγορα και να κατευθύνονται σε διαθέσιμες θέσεις στάθμευσης.
- Επιλογές κράτησης και πληρωμής: Τα έξυπνα συστήματα στάθμευσης συχνά περιλαμβάνουν ηλεκτρονικές πλατφόρμες κρατήσεων και πληρωμών, επιτρέποντας στους χρήστες να κάνουν κράτηση θέσεων παρκαρίσματος εκ των προτέρων. Αυτή η λειτουργία είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για πολυσύχναστες περιοχές, εκδηλώσεις ή τοποθεσίες υψηλής ζήτησης, διασφαλίζοντας ότι οι χρήστες θα έχουν εγγυημένη θέση στάθμευσης κατά την άφιξή τους. Η ενσωμάτωση πληρωμών επιτρέπει ομαλές και χωρίς μετρητά συναλλαγές, καταργώντας την ανάγκη για φυσική πληρωμή και μειώνοντας τους χρόνους αναμονής.
- Μειωμένη κυκλοφοριακή συμφόρηση: Ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα ενός έξυπνου συστήματος στάθμευσης είναι η ικανότητά του να μειώνει την κυκλοφοριακή συμφόρηση. Παρέχοντας στους οδηγούς πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο σχετικά με τις διαθέσιμες θέσεις στάθμευσης, μπορούν να αποφύγουν την άσκοπη κυκλική κίνηση, αναζητώντας χώρο στάθμευσης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα λιγότερη

κυκλοφοριακή συμφόρηση, χαμηλότερες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και βελτιωμένη συνολική κυκλοφοριακή ροή.

- Βελτιωμένη εμπειρία χρήστη: Τα έξυπνα συστήματα στάθμευσης δίνουν μεγαλύτερη προτεραιότητα στην ευκολία των χρηστών, προσφέροντας χαρακτηριστικά όπως οδηγίες για θέσεις στάθμευσης, συστήματα αυτόματης φραγής και εξατομικευμένες ειδοποιήσεις. Οι οδηγοί μπορούν να λαμβάνουν ειδοποιήσεις όταν λήγει ο χρόνος στάθμευσης, επιτρέποντάς τους να παρατείνουν την παραμονή τους εξ αποστάσεως, εάν είναι δυνατόν, ή να μετακινήσουν άνετα το όχημά τους πριν επιβληθούν τυχόν κυρώσεις.
- Αναλύσεις βάσει δεδομένων: Τα έξυπνα συστήματα στάθμευσης συγκεντρώνουν και επεξεργάζονται δεδομένα σχετικά με τα μοτίβα στάθμευσης, τα ποσοστά πληρότητας και τη συμπεριφορά των χρηστών. Τα δεδομένα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη βελτιστοποίηση του σχεδιασμού των χώρων στάθμευσης, τη βελτίωση της ροής της κυκλοφορίας και τη λήψη συνειδητών αποφάσεων σχετικά με τη μελλοντική επέκταση ή τροποποίηση των υποδομών στάθμευσης.
- Βιωσιμότητα και περιβαλλοντικές επιπτώσεις: Μειώνοντας τον χρόνο αναζήτησης χώρου στάθμευσης και μειώνοντας στο ελάχιστο την κυκλοφοριακή συμφόρηση, τα έξυπνα συστήματα στάθμευσης συνεισφέρουν στη μείωση της κατανάλωσης καυσίμων και των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Προάγουν ένα πιο βιώσιμο αστικό περιβάλλον ενθαρρύνοντας τις επιλογές κοινής κινητικότητας, την υιοθέτηση ηλεκτρικών οχημάτων και την αποτελεσματική χρήση των υφιστάμενων χώρων στάθμευσης.

Συνολικά, ένα έξυπνο σύστημα στάθμευσης προσφέρει μια σειρά από οφέλη, όπως βελτιωμένη εμπειρία χρήστη, μειωμένη κυκλοφοριακή συμφόρηση, ενισχυμένη βιώσιμη ανάπτυξη και αποτελεσματική διαχείριση των χώρων στάθμευσης. Αξιοποιώντας την τεχνολογία και τα διαθέσιμα δεδομένα, τα συστήματα αυτά στοχεύουν να μεταμορφώσουν το τοπίο της στάθμευσης και να καταστήσουν την αστική κινητικότητα πιο απρόσκοπτη και βολική για όλους [28].

(Υποκεφάλαιο 4.2) Smart Parking Matlab code

Στην συνέχεια θα παρουσιάσουμε μια εφαρμογή ενός απλού συστήματος διαχείρισης στάθμευσης με τη χρήση MATLAB.

Έστω ότι υπάρχουν 50 θέσεις παρκαρίσματος σε μια περιοχή-γειτονιά, ο παρακάτω κώδικας θα παράγει τυχαία πόσες θέσεις είναι κενές (0) και πόσες έχουν ήδη καταληφθεί (1) και στη συνέχεια θα εμφανίζει το ποσοστό παρκαρίσματος. Αν το ποσοστό είναι μεγαλύτερο από 50% τότε ο οδηγός θα έχει λιγότερες πιθανότητες να βρει πάρκινγκ ενώ αν είναι μικρότερο από 50% οι πιθανότητες για εύρεση πάρκινγκ είναι περισσότερες.

Η χρήση αυτού του απλού συστήματος βοηθάει τον οδηγό να καταλάβει πόσο εύκολο ή δύσκολο θα είναι να βρει κενή θέση πάρκινγκ σε μια περιοχή.

```
% Smart Parking System Simulation
% Number of parking spots
numSpots = 50;

% Initialize the parking lot
parkingLot = zeros(1, numSpots);

% Simulate parking lot occupancy
for i = 1:numSpots
% Generate a random number to determine occupancy (0: vacant, 1: occupied)
occupancy = randi([0, 1]);
% Update the parking lot status
parkingLot(i) = occupancy;
end

% Analyze parking lot occupancy
numVacantSpots = sum(parkingLot == 0);
numOccupiedSpots = sum(parkingLot == 1);
occupancyRate = numOccupiedSpots / numSpots * 100;

% Display results
disp("Smart Parking System Simulation");
disp("-----");
disp("Parking lot occupancy:");
disp("Vacant spots: " + numVacantSpots);
disp("Occupied spots: " + numOccupiedSpots);
disp("Occupancy rate: " + occupancyRate + "%");
```

Πιο περίπλοκοι κώδικες και με τη χρήση άλλων εφαρμογών έχουν την δυνατότητα να εμφανίζουν σε live-action τις κενές θέσεις και να ειδοποιούν μέσω εφαρμογών τους οδηγούς.

(Υποκεφάλαιο 4.3) Smart traffic System

Το έξυπνο κυκλοφοριακό σύστημα είναι μια καινοτόμος λύση που έχει σχεδιαστεί για να φέρει νέα επανάσταση στις αστικές μεταφορές και να ενισχύσει την αποτελεσματικότητα των οδικών δικτύων. Χρησιμοποιώντας προηγμένες τεχνολογίες όπως η τεχνητή νοημοσύνη, η ανάλυση δεδομένων και η παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο, το σύστημα αυτό στοχεύει στη βελτιστοποίηση της ροής της κυκλοφορίας, τη μείωση της συμφόρησης και τη βελτίωση της συνολικής ασφάλειας στους δρόμους.

Μέσω ενός διασυνδεδεμένου δικτύου αισθητήρων, καμερών και έξυπνων συσκευών, το σύστημα συλλέγει και αναλύει τεράστιες ποσότητες δεδομένων, επιτρέποντάς του να λαμβάνει έξυπνες αποφάσεις και να προσαρμόζει δυναμικά τα πρότυπα κυκλοφορίας σε πραγματικό χρόνο.

Με την έξυπνη διαχείριση των σηματοδοτών κυκλοφορίας, την ιεράρχηση των δημόσιων μεταφορών και την παροχή εναλλακτικής διαδρομής στους οδηγούς, το έξυπνο σύστημα κυκλοφορίας εξασφαλίζει ομαλότερες και πιο συγχρονισμένες κυκλοφοριακές κινήσεις, οδηγώντας σε μείωση των χρόνων ταξιδιού και της κατανάλωσης καυσίμων.

Επιπλέον, το σύστημα προσφέρει βελτιωμένα χαρακτηριστικά ασφαλείας, όπως ανίχνευση και αντιμετώπιση ατυχημάτων σε πραγματικό χρόνο, αυτοματοποιημένη επιβολή των κυκλοφοριακών ρυθμίσεων και ενσωμάτωση με υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης.

(Υποκεφάλαιο 4.4) Smart traffic system MATLAB code

Στην παρακάτω προσομοίωση θα δούμε ένα εικονικό σύστημα ασφαλείας το οποίο έχει ως στόχο την αποτροπή τυχόν επιθέσεων στο σύστημα κυκλοφορίας μιας έξυπνης πόλης. Σε κάθε επανάληψη της προσομοίωσης (συνολικά 20) , υπάρχει μια πιθανότητα εμφάνισης μιας επίθεσης. Εάν συμβεί μια επίθεση, επιλέγεται ένα τυχαίο σύστημα για να δεχθεί επίθεση.

Εάν το επιλεγμένο σύστημα είναι συνδεδεμένο με το σύστημα δημόσιας ασφαλείας, όλες οι κάμερες και οι αισθητήρες απενεργοποιούνται. Εάν το επιλεγμένο σύστημα είναι συνδεδεμένο με το σύστημα διαχείρισης της κυκλοφορίας, όλα τα φανάρια απενεργοποιούνται.

Μετά την προσομοίωση της επίθεσης, η κατάσταση των συστημάτων ενημερώνεται με βάση το σταθερό χρονοδιάγραμμα. Οι φωτεινοί σηματοδότες αλλάζουν κάθε 4 επαναλήψεις, οι κάμερες και οι αισθητήρες ενημερώνουν τις ενδείξεις τους κάθε 2 επαναλήψεις και το σύστημα δημόσιας ασφάλειας αναλαμβάνει δράση με βάση τις ενδείξεις των καμερών και των αισθητήρων κάθε 6 επαναλήψεις. Η κατάσταση των συστημάτων απεικονίζεται με την εκτύπωση της κατάστασης των φωτεινών σηματοδοτών, των καμερών και των αισθητήρων στην κονσόλα σε κάθε επανάληψη.

Στο αποτέλεσμα αυτού του κώδικα, οι τιμές μηδέν (0) και ένα (1) αντιπροσωπεύουν την κατάσταση των διαφόρων συστημάτων στην προσομοίωση της έξυπνης πόλης. Το μηδέν (0) αντιπροσωπεύει την κατάσταση "off" ή μια ανενεργή κατάσταση ενός συστήματος. Για παράδειγμα Εάν ένας φωτεινός σηματοδότης, μια κάμερα ή ένας αισθητήρας έχει την κατάσταση 0, σημαίνει ότι το αντίστοιχο σύστημα είναι απενεργοποιημένο. Αντιθέτως, το ένα (1) αντιπροσωπεύει την κατάσταση "on" ή την ενεργή κατάσταση ενός συστήματος.

Στην προσομοίωση, η κατάσταση των συστημάτων, όπως οι φωτεινοί σηματοδότες, οι κάμερες και οι αισθητήρες, ενημερώνεται με βάση το καθορισμένο χρονοδιάγραμμα και την εμφάνιση επιθέσεων. Παρακάτω παρατίθεται ο κώδικας matlab για ο παραπάνω σύστημα.

```
% In this simulation, we assume that the smart city includes four intersections,
% ten surveillance cameras, and five environmental sensors. We create a matrix
to
% represent the connectivity between the different systems, and we randomly
simulate attacks
% that could potentially affect the functioning of the systems. We update the
state of the
% systems based on a fixed schedule, and we visualize the state of the systems
at each iteration.
% run this simulation, you would need MATLAB and the Statistics and Machine
Learning Toolbox.
% 1st System --> Intersection
% 2nd System --> Surveillance Camera
% 3rd System --> Environmental Sensors
% 4th System --> Traffic Lights

% Define the smart city model
Intersections = 4; % Number of intersections in the city
Cameras = 10; % Number of surveillance cameras in the city
Sensors = 5; % Number of environmental sensors in the city

% Create a matrix to represent the connectivity between the different systems
```

```

% In this example, we assume that the cameras and sensors are connected to the
public safety system, and the traffic lights are connected to the traffic
management system.
% element in (1,1) represent the connection for 1st system with itself
% element in (1,2) represent the connection for 1st system with 2nd system
% element in (1,3) represent the connection for 1st system with 3rd system
% element in (1,4) represent the connection for 1st system with 4th system
connectivityMatrix = [0 1 1 0;
                      1 0 0 1;
                      1 0 0 1;
                      0 1 1 0];

% Define the parameters for the simulation
Iterations = 20; % Number of simulation iterations
attackProb = 0.05; % Probability of an attack occurring at each iteration

% Initialize the state of the systems
trafficLightStates = zeros(Intersections, 1); % Initialize all traffic lights to
off
cameraStates = zeros(Cameras, 1); % Initialize all cameras to off
sensorStates = zeros(Sensors, 1); % Initialize all sensors to off

% Start the simulation
for i = 1:Iterations
    % Simulate an attack with probability attackProbability
    if rand() < attackProb
        % Choose a random system to attack
        systemAttack = randi(size(connectivityMatrix, 1));

        % If the chosen system is connected to the public safety system, turn off all
cameras and sensors
        if any(connectivityMatrix(systemAttack, :))
            cameraStates = zeros(Cameras, 1);
            sensorStates = zeros(Sensors, 1);
        end

        % If the chosen system is connected to the traffic management system, turn off
all traffic lights
        if any(connectivityMatrix(:, systemAttack))
            trafficLightStates = zeros(Intersections, 1);
        end
    end

    % Update the state of the systems
    % In this example, we assume that the traffic lights change every 4 iterations,
    % the cameras and sensors update their readings every 2 iterations,
    % and the public safety system takes action based on the camera and sensor
    readings every 6 iterations.
    if mod(i, 4) == 0
        trafficLightStates = randi([0 1], Intersections, 1); % Choose a random state
for the traffic lights
    end
    if mod(i, 2) == 0
        cameraStates = randi([0 1], Cameras, 1); % Choose a random state for the
cameras
        sensorStates = randi([0 1], Sensors, 1); % Choose a random state for the
sensors
    end
    if mod(i, 6) == 0

```

```

% Check the camera and sensor readings and take appropriate action
% In this example, we assume that if any camera or sensor detects a threat,
% the public safety system turns on all traffic lights to clear the area.
if any(cameraStates) || any(sensorStates)
    trafficLightStates = ones(Intersections, 1); % Turn on all traffic lights
end
end

% Visualize the state of the systems
% In this example, we simply print the state of the systems to the console.
% If the result is Zero(0) it means that the system is turned off
% If the result is One(1) it means that the system is on
fprintf('Iteration %d:\n', i);
fprintf('Traffic light states: %s\n', mat2str(trafficLightStates));
fprintf('Camera states: %s\n', mat2str(cameraStates));
fprintf('Sensor states: %s\n\n', mat2str(sensorStates));
end

```

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία παραθέσαμε βασικά χαρακτηριστικά μιας έξυπνης πόλης, κατανοήσαμε την σημασία του IoT στην λειτουργία μιας έξυπνης πόλης, γνωρίσαμε ποια ζητήματα προκύπτουν σε μια έξυπνη πόλη καθώς και τις προκλήσεις που πρέπει να αντιμετωπίσουν οι φορείς μιας πόλης ως προς την ασφάλεια και την ιδιωτικότητα των πολιτών.

Συμπερασματικά, η έλευση των έξυπνων πόλεων έχει επιφέρει πολυάριθμες εξελίξεις, μεταμορφώνοντας τα αστικά τοπία και βελτιώνοντας την ποιότητα ζωής των κατοίκων. Ωστόσο, αυτή η ταχεία ψηφιακοποίηση και η διασύνδεση εγείρουν επίσης ανησυχίες σχετικά με την ασφάλεια και την ιδιωτικότητα.

Καθώς οι πόλεις μας φιλοδοξούν να γίνουν πιο έξυπνες, είναι απαραίτητο να δοθεί προτεραιότητα σε ισχυρά μέτρα ασφαλείας και να προστατευθεί η ιδιωτική ζωή των ατόμων, ώστε να διασφαλιστεί η εμπιστοσύνη και η αποδοχή. Οι πρωτοβουλίες έξυπνων πόλεων πρέπει να περιλαμβάνουν ολοκληρωμένες αξιολογήσεις κινδύνου, αυστηρά πρωτόκολλα κρυπτογράφησης και συστήματα επαγρύπνησης για την προστασία από απειλές στον κυβερνοχώρο και πιθανές παραβιάσεις.

Επιπλέον, η συνεργασία μεταξύ κυβερνητικών φορέων, παρόχων τεχνολογίας και πολιτών είναι ζωτικής σημασίας για την καθιέρωση διαφανών πλαισίων διακυβέρνησης και την ενδυνάμωση των ατόμων ώστε να μπορούν να κάνουν ενημερωμένες επιλογές σχετικά με τα δεδομένα τους.

Στόχος για το μέλλον είναι η σωστή ανάπτυξη των πόλεων και η σωστή ένταξη της τεχνολογίας στην καθημερινότητα των ανθρώπων με γνώμονα την ιδιωτικότητα και την ασφάλεια των προσωπικών τους δεδομένων και πάνω απ' όλα την ανωνυμία αυτών σε δημόσια δίκτυα και δημόσιες υπηρεσίες.

Στα πλαίσια αυτού του οράματος, παρουσιάσαμε δύο σενάρια υλοποίησης σε MATLAB. Το πρώτο αφορά στην εύρεση θέσεων στάθμευσης (smart parking) και το δεύτερο στον έλεγχο της κυκλοφοριακής κίνησης (smart traffic) και πιο συγκεκριμένα αναφορικά με τις επιθέσεις σε ένα τέτοιο σύστημα ελέγχου της κυκλοφορίας. Συνδυαστικά, τα δύο αυτά σενάρια υλοποίησης αποτελούν θεμελιώδη δείγματα του τρόπου με τον οποίον ο ψηφιακός μετασχηματισμός των πόλεων με

κριτήριο την επίλυση πρακτικών προβλημάτων και την απόκρουση επιθέσεων που στοχεύουν στην ασφάλεια και ιδιωτικότητα των πολιτών, μπορεί πράγματι να τις κάνει έξυπνες.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Mori, Koichiro, and Aris Christodoulou. "Review of Sustainability Indices and Indicators: Towards a New City Sustainability Index (CSI)." *Environmental Impact Assessment Review*, vol. 32, no. 1, Jan. 2012, pp. 94–106, www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0195925511000758, <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2011.06.001>. Accessed 19 Dec. 2019.
- [2] Schaffers, Hans. "Smart Cities as Innovation Ecosystems Sustained by the Future Internet." *Www.researchgate.net*, Jan. 2012, www.researchgate.net/publication/272566530_Smart_cities_as_innovation_ecosystems_sustained_by_the_future_internet.
- [3] Panagiotopoulou, Maria . "Έξυπνες Πόλεις και Βιώσιμη Αστική Ανάπτυξη – Παραδείγματα από τη Μεσογειακή και την Ελληνική Εμπειρία." *Www.researchgate.net*, Jan. 2014, www.researchgate.net/publication/265160346_Exypnes_Poleis_kai_Biosime_Astike_Anaptuxe_-_Paradeigmata_apo_te_Mesogeiake_kai_ten_Ellenike_Empeiria.
- [4] "Smart Cities Are Not New: Learning from Ancient History." *Www.linkedin.com*, www.linkedin.com/pulse/smart-cities-new-learning-from-ancient-history-rahul-vadgama. Accessed 24 June 2023.
- [5] Anthopoulos, Leonidas G. *Understanding Smart Cities: A Tool for Smart Government or an Industrial Trick? Public Administration and Information Technology*, Cham, Springer International Publishing, 2017, link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-319-57015-0.
- [6] "Evolution of Internet of Things (IoT): Past, Present and Future." *TechAhead*, www.techaheadcorp.com/knowledge-center/evolution-of-iot/.
- [7] "The Internet of Things (IoT) - TCS Telecom." *Admin.tcsisrael.com*, tcsisrael.com/blog/the-internet-of-things-iot. Accessed 24 June 2023.
- [8] Costis, Αναρτήθηκε από Mochianakis. *Η αρχιτεκτονική των έξυπνων πόλεων*. www.citybranding.gr/2014/05/photo-of-national-centre-for-performing.html. Accessed 24 June 2023.
- [9] "(PDF) the Role of Communication Technologies in Building Future Smart Cities." *ResearchGate*,

www.researchgate.net/publication/311530837_The_Role_of_Communication_Technologies_in_Building_Future_Smart_Cities.

[10] *Η αρχιτεκτονική των έξυπνων πόλεων*. www.citybranding.gr/2014/05/photo-of-national-centre-for-performing.html.

[11] *ISO and Smart Cities*.

[12] Naden, Clare. “Protecting Our Privacy in Smart Cities.” *ISO*, 18 Feb. 2021, www.iso.org/news/ref2631.html. Accessed 24 June 2023.

[13] Collier, Chelsea. *The Seven Essential Elements of a Smart City Ecosystem – Smart Cities Connect*. smartcitiesconnect.org/the-seven-essential-elements-of-a-smart-city-ecosystem/.

[14] Lai, Olivia. “Smart Cities: Top 7 Smart Cities in the World and How They Do It.” *Earth.org - Past | Present | Future*, 13 July 2021, earth.org/top-7-smart-cities-in-the-world/.

[15] “Κι όμως, η Ελλάδα αριθμεί 5 “έξυπνες πόλεις.”” *Insurancedaily.gr*, 10 July 2019, www.insurancedaily.gr/ki-omos-i-ellada-arithmei-5-exypnes-pol/.

[16] Ravenscroft, Tom. “Everything You Need to Know about Saudi Mega-Project Neom.” *Dezeen*, 14 Feb. 2023, www.dezeen.com/2023/02/14/neom-guide-line-saudi-arabia/.

[17] “Eko Atlantic.” *Wikipedia*, 23 July 2021, en.wikipedia.org/wiki/Eko_Atlantic.

[18] Caragliu, Andrea, et al. “Smart Cities in Europe.” *Journal of Urban Technology*, vol. 18, no. 2, Apr. 2011, pp. 65–82, intaivn.org/images/cc/Urbanism/background%20documents/01_03_Nijkamp.pdf, <https://doi.org/10.1080/10630732.2011.601117>.

[19] Neirotti, Paolo, et al. “Current Trends in Smart City Initiatives: Some Stylised Facts.” *Cities*, vol. 38, June 2014, pp. 25–36, <https://doi.org/10.1016/j.cities.2013.12.010>.

[20] “Privacy Risks in Smart Cities - What You Need to Know.” *VPNoverview.com*, 20 Mar. 2022, vpnoverview.com/privacy/devices/privacy-risks-smart-cities/.

[21] Rivest, R. L., et al. “A Method for Obtaining Digital Signatures and Public-Key Cryptosystems.” *Communications of the ACM*, vol. 21, no. 2, 1978, pp. 120–

- 126, people.csail.mit.edu/rivest/Rsapaper.pdf,
<https://doi.org/10.1145/359340.359342>. Accessed 19 July 2019.
- [22] Wikipedia Contributors. “Advanced Encryption Standard.” *Wikipedia*, Wikimedia Foundation, 7 May 2019,
 en.wikipedia.org/wiki/Advanced_Encryption_Standard.
- [23] “RSA.” *Wikipedia*, 7 Aug. 2021, el.wikipedia.org/wiki/RSA. Accessed 1 July 2023.
- [24] Cobb, Michael. “What Is the RSA Algorithm? Definition from SearchSecurity.” *SearchSecurity*, Nov. 2021,
 www.techtarget.com/searchsecurity/definition/RSA.
- [25] Bernstein, Corinne, and Michael Cobb. “What Is the Advanced Encryption Standard (AES)? Definition from SearchSecurity.” *SearchSecurity*, 2021,
 www.techtarget.com/searchsecurity/definition/Advanced-Encryption-Standard.
- [26] “(PDF) Security, Cybercrime and Digital Forensics for IoT.” ResearchGate, Jan. 2020,
www.researchgate.net/publication/337259162_Security_Cybercrime_and_Digital_Forensics_for_IoT.
- [27] Tawalbeh, Lo'ai, et al. “IoT Privacy and Security: Challenges and Solutions.” *Applied Sciences*, vol. 10, no. 12, 15 June 2020, p. 4102. Mdpi,
 www.mdpi.com/2076-3417/10/12/4102/pdf, <https://doi.org/10.3390/app10124102>.
- [28] Burbano, Lucia . “What Is a Smart Parking System? Functionalities and Benefits.” *Tomorrow.city*, 17 Aug. 2021, tomorrow.city/a/smart-parking.